

الصوتيات العربية

في علم الصوتيات

تأليف

الدكتور منصور بن محمد الغامدي

مكتبة
التَّوْبَةِ

الصوتيات العربية

تأليف

الدكتور منصور بن محمد الفامي

مكتبة
التَّوْبَة

③ منصور محمد القامدي، ١٤٢١هـ
مكتبة الملك فهد للوطنية أثناء النشر

القامدي، منصور محمد
الصوتيات العربية - الرياض

... ص ٠٠ سم

ردمك : X - ٩٢٠ - ٣٦ - ٩٩٦٠

١ - اللغة العربية - الأصوات ٢ - اللغة العربية - النطق ١ - العنوان

دوي ٤١١,٥

رقم الإيصال : ٢١/٠٧١٠

ردمك : X - ٩٢٠ - ٣٦ - ٩٩٦٠

جميع الحقوق محفوظة

الطبعة الأولى

١٤٢١ هـ - ٢٠٠١ م

الرياض - المملكة العربية السعودية - شارع جرير
هاتف ٤٧٦٣٤٢١ فاكس ٤٧٧٤٨٦٢ ص.ب ١٨٢٩٠ الرمز ١١٤١٥



المحتويات

١	.....	١. المقدمة
٥	.....	٢. تطور الصوتيات
٥	.....	٢. ١. اللسانيات
٨	.....	٢. ١. ١. مستويات اللغة
٩	.....	٢. ١. ١. ١. المستوى الفونولوجي
١١	.....	٢. ١. ١. ٢. المستوى الأصواتي
١٢	.....	٢. ٢. الصوتيات
١٤	.....	٢. ٢. ١. الصوتيات النطقية
١٥	.....	٢. ٢. ٢. الصوتيات الأكوستية
١٧	.....	٢. ٢. ٣. الصوتيات السمعية
١٨	.....	٢. ٣. الخلاصة
١٩	.....	٣. الصوتيات النطقية
٢٣	.....	٣. ١. الجهاز التنفسي
٢٩	.....	٣. ٢. الجهاز الصوتي
٣١	.....	٣. ٢. ١. للحنجرة
٣٩	.....	٣. ٢. ٢. التجويف الحلقوي
٤٠	.....	٣. ٢. ٣. التجويف الأنفي
٤١	.....	٣. ٢. ٤. التجويف الفموي
٤٢	.....	٣. ٢. ٤. ١. اللسان والوجنتان

٤٢	٣ . ٢ . ٤ . ٢ . الأسنان
٤٣	٣ . ٢ . ٤ . ٣ . اللسان
٤٥	٣ . ٢ . ٤ . ٤ . الحناك
٤٥	٣ . ٢ . ٤ . ٥ . للفك الأسفل
٤٦	٣ . ٣ . الخلاصة
٤٧	٤ . أصوات العربية
٤٧	٤ . ١ . الخصائص الأصواتية للأصوات اللغوية
٥٢	٤ . ١ . ١ . الصوت
٥٢	٤ . ١ . ١ . ١ . مصدر الطاقة
٥٤	٤ . ١ . ١ . ٢ . مخرج الصوت
٦٦	٤ . ١ . ١ . ٣ . كيفية النطق
٧٢	٤ . ١ . ٢ . الصوت
٧٥	٤ . ٢ . التضعيف
٧٦	٤ . ٣ . المقطع
٧٩	٤ . ٤ . الفوقطمي
٨١	٤ . ٥ . الخلاصة
٨٣	٥ . الدراسات الأصواتية القديمة عن أصوات العربية
٨٥	٥ . ١ . جهاز النطق
٨٨	٥ . ٢ . الأصوات اللغوية
٨٨	٥ . ٢ . ١ . الأصوات الجامدة

٨٩	٥ . ٢ . ١ . ١ . ١ . مخارج الحروف
٩٠	٥ . ٢ . ١ . ٢ . كيفية النطق
٩٠	٥ . ٢ . ١ . ٢ . ١ . الجهر
٩١	٥ . ٢ . ١ . ٢ . ٢ . الهمس
٩١	٥ . ٢ . ١ . ٢ . ٣ . الشدة
٩١	٥ . ٢ . ١ . ٢ . ٤ . الرخاوة
٩١	٥ . ٢ . ١ . ٢ . ٥ . بين الشدة والرخاوة
٩٢	٥ . ٢ . ١ . ٢ . ٦ . الغنة
٩٢	٥ . ٢ . ١ . ٢ . ٧ . التكرار
٩٢	٥ . ٢ . ١ . ٢ . ٨ . الانحراف
٩٢	٥ . ٢ . ١ . ٢ . ٩ . اللينة
٩٢	٥ . ٢ . ١ . ٢ . ١٠ . الهاء
٩٣	٥ . ٢ . ١ . ٢ . ١١ . الإطباق
٩٣	٥ . ٢ . ١ . ٣ . الصفات المحسنة
٩٤	٥ . ٢ . ٢ . الأصوات الذاتية
٩٤	٥ . ٣ . الاختلاف
٩٩	٥ . ٤ . إحياء الصفات الميتة
١٠١	٥ . ٥ . الخلاصة
١٠٣	٦ . الصوتيات الأكوستية
١٠٣	٦ . ١ . الموجات الصوتية
١٠٨	٦ . ٢ . الموجات الصوتية الخارجة من الجهاز الصوتي

١١٠	٦ . ٣ . أكوستية الأصوات اللغوية
١١٢	٦ . ٣ . ١ . أصوات بدون صوت
١١٤	٦ . ٣ . ١ . ١ . الأصوات الوقفية المهمومة
١١٨	٦ . ٣ . ١ . ٢ . الأصوات الوقفية المجهورة
١١٩	٦ . ٣ . ٢ . أصوات ذات ترددات غير منتظمة
١٢٤	٦ . ٣ . ٣ . أصوات ذات ترددات منتظمة
١٢٥	٦ . ٣ . ٣ . ١ . للصوائت
١٢٥	٦ . ٣ . ٣ . ١ . ١ . للصوائت القصيرة
١٢٦	٦ . ٣ . ٣ . ١ . ٢ . للصوائت الطويلة
١٢٦	٦ . ٣ . ٣ . ١ . ٣ . للصوائت الثنائية
١٢٦	٦ . ٣ . ٣ . ٢ . أشباه الصوائت
١٣٠	٦ . ٣ . ٣ . ٣ . للصوت الجانبي
١٣٠	٦ . ٣ . ٣ . ٤ . الأصوات الأنفية
١٣١	٦ . ٣ . ٤ . النطق المشتركة
١٣١	٦ . ٣ . ٥ . التضعيف
١٣٥	٦ . ٣ . ٦ . للتردد الأساس
١٣٨	٦ . ٤ . الخلاصة
١٣٩	٧ . الدراسات الصوتيات السمعية
١٤١	٧ . ١ . تشريح للجهاز السمعى ووظائفه
١٤١	٧ . ١ . ١ . الأذن الخارجية
١٤٣	٧ . ١ . ٢ . الأذن الوسطى

١٤٣	.....	٧. ١. ٣. الأذن للدخلية
١٤٧	.....	٧. ٢. المشعرات للصوتية
١٤٨	.....	٧. ٢. ١. المدة للزمنية
١٥٠	.....	٧. ٢. ١. ١. توقيت بداية التصويت
١٥٣	.....	٧. ٢. ٢. للتردد
١٥٥	.....	٧. ٣. الخلاصة
١٥٧	.....	٨. الصوتيات التطبيقية
١٥٩	.....	٨. ١. الصوتيات والقرآن الكريم
١٥٩	.....	٨. ٢. الصوتيات واللسانيات
١٦٢	.....	٨. ٣. الصوتيات واكتساب اللغة الأم
١٦٣	.....	٨. ٤. الصوتيات وتعلم اللغة الأجنبية
١٦٤	.....	٨. ٥. الصوتيات وعلاج عيوب للنطق والسمع
١٦٥	.....	٨. ٦. الصوتيات والتعدي على المراكات المسجلة
١٦٧	.....	٨. ٧. الصوتيات والأبلة الجنائية
١٧٠	.....	٨. ٨. الصوتيات والاتصالات السلوكية واللاسلكية
١٧١	.....	٨. ٩. الصوتيات وتوليد وإدراك الأصوات اللغوية ألياً
١٧٢	.....	٨. ١٠. الخلاصة
١٧٣	.....	٩. أجهزة الأصواتيين
١٧٣	.....	٩. ١. أجهزة لها علاقة بالصوتيات للنطقية
١٧٣	.....	٩. ١. ١. مقياس التنفس
١٧٤	.....	٩. ١. ٢. مقياس انسياب الهواء

١٧٧	.....	٩. ١. ٣. منظار الحنجرة
١٧٨	.....	٩. ١. ٤. مكهار العضلات
١٧٨	.....	٩. ١. ٥. الأشعة السينية
١٧٩	.....	٩. ١. ٦. رسام للحثك الإلكتروني
١٨٠	.....	٩. ١. ٧. رسام للحجرة الإلكترونية
١٨١	.....	٩. ٢. أجهزة لها علاقة بالصوتيات الأكوستية
١٨١	.....	٩. ٢. ١. عارض الذبذبات
١٨١	.....	٩. ٢. ٢. المطياف
١٨٤	.....	٩. ٣. أجهزة لها علاقة بالصوتيات السمعية
١٨٤	.....	٩. ٤. الخلاصة

١ . المقدمة

نظراً للتأخر العلمي والتقني في العالم العربي عما هو قائم في الدول المتقدمة ، فإن هناك محاولات جادة لنقل المعرفة إلى المدارس العربي . فوجود الكتاب بلغة القوم هو الخطوة الأولى لنقل المعرفة إليهم ، ومن ثم فإن هناك خيارين أمام الباحث : الأول ، ترجمة الكتب المتخصصة إلى العربية . الآخر ، التأليف .

ولكل منهما محاسنه وعيوبه ولو أنه عادة ما يسبق الأول الآخر . فيأتي الخيار الآخر عندما تكون قاعدة معرفية تكفي للانطلاق إلى مجال التأليف . وتختلف محتويات ميادين المعرفة مما يجعل من السهولة بمكان ترجمة بعضها بدون صعوبات تذكر كالعلوم الطبيعية ، مثلاً ، عدا مشكلة المصطلحات وتوحيدها . أما في حالة اللسانيات فإن المترجم يجد صعوبة بالغة في الترجمة . ليس لأن هناك مصطلحات عديدة تحتاج للترجمة أو التعريب فحسب ، ولكن أيضاً لأن الأمثلة المطروحة باللغة الأصلية غير عربية ، وإذا ما تُرجمت فإنها تفقد خصوصيتها اللغوية الخاصة باللغة الأصلية وتكتسب خصوصية العربية مما قد يخرج المثال عن وظيفته . ويجد المترجم صعوبة في إيراد أمثلة بالعربية لأنها لم تُدرَس وتُبحث بشكل عصري يتوافق مع الإنجازات المعاصرة . وقد يكون هذا أحد الأسباب التي أخبرت ظهور دراسات لسانية معاصرة في العالم العربي . إذ لا يوجد قاعدة معرفية يمكن الانطلاق منها

للتأليف في هذا الحقل ، ولا يوجد كتب مترجمة ترجمة دقيقة وأمانة للإنجازات العربية في الصوتيات على وجه الخصوص .

والصوتيات من العلوم التي قفزت كماً ونوعاً في هذا القرن ولا تزال المكتبة العربية مفتقرة إليها سواء المترجم منها أو للمؤلف . ورأيت أن التأليف أيسر للدارس وأكثر فائدة من للترجمة وذلك لأن معظم الكتب المتميزة بالعلات الأخرى تتركز كثيراً من الجارب والأمثلة عن أصوات لغة الكتاب - كما أسلفنا - وقلمنا نجد دكراً لأصوات العربية ؛ لهذا رأيت أن أسهم بهذا القدر المتواضع راجياً أن يكون لبنة في الصوتيات العربية ، ولا شك أننا لا نزال بحاجة إلى عديد من الكتب والدراسات عن أصوات لغتنا المكتوبة بالعربية لتخدم الدارس العربي .

والكتاب عبارة عن مدخل أو مقدمة للصوتيات بشكل عام . ذكرنا فيه تعريفاً للصوتيات ونشأتها وفروعها وعلاقتها باللسانيات (الفصل الثاني) . وتحدثنا عن فروع الصوتيات ومجالاتها المختلفة : فالفصل الثالث عن الصوتيات للنطق ، والفصل السادس عن الصوتيات الأكوستية ، والفصل السابع عن الصوتيات السمعية . أما الفصل الرابع فهو عن أصوات العربية من منظور أصواتي معاصر . كما أفردت الفصل الخامس للدراسات الأصواتية القديمة وعلاقتها بالصوتيات المعاصرة أما تطبيقات الصوتيات في حياتنا اليومية فنكرهاها في الفصل الثامن .

وحيث إن الصوتيات علم معلمي تجريبي تُستخدم فيه أجهزة عديدة ومتنوعة
والفصل التاسع يتحدث عن الأجهزة التي يستخدمها الأصواتيون في دراساتهم
وتحاربهم وأبحاثهم . والكتاب يحتوي على عدد كبير من الرسوم التوضيحية والرسوم
البيانية والجداول والصور ، فقد تكون أكثر إيصالاً للفكرة من الكتابة المجردة .

وبهذا حاولت أن أجمع المعلومات العامة التي تهتم المدارس العربية عن
الصوتيات . وأرجو أن أكون قد وفقت في تقديم ما هو مختصر ومفيد ، ويعذرني
الدارس عن العجز والطريق طويلة والحاجة ملحة لمزيد من الإسهامات .

وأود في هذه المقدمة تقديم شكري الجزيل لكل من يسعى للارتقاء بهذا
التخصص في عالمنا العربي سواء من المتخصصين أم من أصحاب القرار . وأخص
بالمذكر مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية المتمثلة في الدكتور / محمد بن إبراهيم
السويل ، نائب رئيس المدينة لمعاهد البحوث ، والدكتور / أشرف بن محمد الخيري ،
المشرف السابق على معهد بحوث الإلكترونيات والحاسبات ، على الدعم غير
المحدود الذي قدمته لإقامة مركز علوم وتقنية الأصوات ودعمها لمشاريع المركز
لتقسيم معطيات دقيقة ومفصلة عن أصوات العربية ، فمعظم الرسوم المنشورة في هذا
الكتاب تمت بواسطة استخدام أجهزة المركز .

كما أتقدم بالشكر للزملاء : الدكتور محمد صالح باسلامة ، أستاذ الصوتيات
بجامعة أم القرى ، والرائد عبد الهادي ظافر الشهري ، رئيس قسم تطوير المناهج

كلية الملك خالد العسكرية ؛ والدكتور أشرف محمد للخيري ، أستاذ هندسة وعلوم الحاسب بمعهد بحوث الإلكترونيات والحاسبات ؛ والدكتور عبد الناصر حسن ، أستاذ اللغة العربية بكلية الملك خالد العسكرية اللذين بذلوا جهودهم ووقتهم لقراءة مسودة الكتاب وتفصلوا بتقديم مقترحاتهم وآرائهم التي كان لها دور كبير في تعديل وتصحيح بعض ما ورد فيها ، وقد أخذت بمعظم ملاحظاتهم . وهذا لا يحملهم مسئولية عيوب الكتاب فهي من شأن الباحث وحده .

وأشكر سلفا كل من بفضل بإرسال ملاحظاته ومقترحاته حول هذا الكتاب على العنوان التالي : ص ب ٤٥٣١٤ ، الرياض ١١٥١٢ (mghamdi@hotmail.com) .
فالهدف دوما هو البحث عن الأفضل لخدمة الدارس والعلم ذاته .

٢. تطور الصوتيات

قبل الحديث عن الصوتيات لابد من تقديم نبذة عن اللسانيات التي يرى كثير من اللغويين بأن علم الصوتيات أحد فروعها ، على الرغم من أنه قد يكون أقدم بكثير من فروع اللسانيات الأخرى إضافة إلى كونه علماً تجريبياً معنياً تتم معظم الدراسات فيه في معامل متخصصة . وبغض النظر عن كونه فرعاً من اللسانيات أو علماً مستقلاً بذاته إلا أن هناك ارتباطاً واضحاً بينه وبين اللسانيات ، لهذا سأورد فيما يلي إيجازاً تاريخياً عن تطور علم اللسانيات .

٢. ١. اللسانيات Linguistics

لم يُعجب الإنسان بشيء إعجابه بلغته . ولقد أخذ هذا الإعجاب يزداد على مر السنين . حتى جعلها الفارق بينه وبين الحيوان ؛ وذلك لإدراكه بأن كل القدرات العقلية الأخرى عند الإنسان لا يمكنها القيام بدورها كما يجب في غياب اللغة . فالقدرات العقلية أسيرة الدماغ ، واللغة هي الوعاء الذي ينقلها إلى العالم الخارجي .

فاللغة تنقل أفكار الإنسان وعلومه إما مباشرة أو عبر الزمن . إذ تحمل إليها كماً هائلاً من المعطيات يومياً ، وذلك عندما ننصت إلى الآخرين مباشرة أو عن طريق وسائل الإعلام ووسائل الاتصالات المختلفة . وفي الوقت نفسه ، تنقل اللغة إليها النتاج الفكري لكثير ممن سبقونا عبر آلاف السنين .

وإذا كان الدماغ يتكون من بلايين الخلايا العصبية المرتبطة ببعضها بطريقة
تجعل من السهل انتقال إشارة عصبية من خلية إلى أخرى ، فإن الأدمغة البشرية تشكل
في مجملها شبكة عملاقة تربط بني البشر جميعهم منذ عصر الكتابة إلى قيام الساعة ،
واللغة هي الوسيط الوحيد للربط بينها . هذا لا يجعل الإنسان حاملاً لفكره وتصوره في
مجموعته فحسب ، بل ويجعله حاملاً علوم وفكر وإنجازات الملايين من البشر . وتقوم
بهذه المهمة كما أسلفنا اللغة التي تجتاز عاملي الزمان والمكان . وبها كانت المعرفة
البشرية تراكمية وليست وليدة ساعة أو مكان بذاته .

ونظراً للدور الأساس للغة في حياة الإنسان ، وإبراز أهمية هذا الدور ،
فقد بدأ بتأملها وتفسيرها محاولاً بذلك تفكيدها وفك رموزها ، وأقدم دراسة لغوية
حفظت إلى يومنا هذا ما قام بها بانيني Panini في الهند قبل أكثر من ألفين وخمسمائة
سنة . وكان من أهم ما احتوته تلك الدراسة هو ذكر مخارج الأصوات ، وتأثير بعضها
ببعض . ثم ظهرت المحاولات الأولى لوضع تفسير للعلاقة بين الاسم ومعناه على يد
الفلاسفة اليونانيين أمثال أفلاطون Plato وأرسطو Aristotle قبل أكثر من ألفين
وثلاثمائة سنة . وفي القرن الأول قبل الميلاد كتب ديونيسيوس Dionysius Thrax
أول كتاب متكامل لقواعد اللغة اليونانية والذي بقي مرجعاً لهزة تفرب من ألف سنة .

قد نكور بدأت قبل ذلك بكثير ، ولكن على افتراض أن ما تناقله الناس مشافهة يسمى وبعي مـ
كتب فقط .

ثم نهج اللغويون اللاتينيون والمنهج نفسه الذي سلكه اليونانيون قداموا بتفصيل اللغة اللاتينية.

وبطرق لاهتمام العرب بالقرآن الكريم ومحاولاتهم للحفاظ على لغته والنهضة الفكرية التي شملت سائر العلوم ، فقد قام اللغويون العرب قبل أكثر من ألف ومائتي سنة بتفصيل العربية ووضع وصف دقيق لقواعدها النحوية والصرفية ومخرج أصواتها وطرق إخراجها ، وتأثير الأصوات على بعضها البعض ، فكان من أبرز ولوائل من كتب عنها الخليل بن أحمد الفراهيدي في كتابه : *العين* ثم تبعه سيبويه في كتابه : *الكتاب* وذلك في القرن الثاني الهجري . وتلاهنا إسهامات عديدة حفظت لنا العربية رغم كل الظروف التي مرت بها الأمة عبر قرون الانحطاط والتعرق .

وفي نهاية القرن الثامن عشر الميلادي ظهر الخلاف في أوروبا بين التجريبيين والعقلانيين حول ما إذا كانت اللغة فطرية أم مكتسبة .

إلا أن أول بروز لعلم اللسانيات كان في بداية القرن العشرين على يد اللساني السويسري موسير Saussure وظهرت بعد ذلك عدة مدارس لغوية كان من أبرزها مدرسة نعم تشومسكي Noam Chomsky الذي أتى بنظرية المشهوره "القواعد التوليفية" Generative Grammar عندما نشر كتابه المشهور *النحوية* Syntactic Structures سنة ١٩٥٧م . وكان يهدف تشومسكي إلى الكشف عن العمليات العقلية التي تتم أثناء الكلام . ولا يزال الكثير من أفكار تشومسكي حية

ومثيرة للجدل . ومهما كان الخلاف معه إلا أن معظم اللسانيين يرون أنه ظاهرة فريدة
فقر بعلم اللسانيات إلى مراحل متقدمة .

ولعلم اللسانيات فروع وتطبيقات عدة ، منها : النحو syntax ، والصرف
morphology ، والفونولوجيا phonology ، والدلالة semantics ، واللسانيات
التاريخية diachronic linguistics واللسانيات الوصفية synchronic linguistics
واكتساب اللغة الأم first language acquisition وتعلم لغة ثانية second
language learning وعلاج اضطرابات التخاطب speech therapy ، إضافة إلى
الصوتيات phonetics إذا ما اعتبرناه فرعاً من فروع اللسانيات .

٢. ١. ١. مستويات اللغة Linguistic Levels

قسم اللسانيون القدرة اللغوية عند الإنسان إلى عدة مستويات ، وذلك لتسهيل
دراسة الظواهر اللغوية . فعندما يتعمق نحوي في دراسة لغة ما أو دراسة قاعدة
صرفية أو نحوية معينة في أكثر من لغة فإنه غالباً ما يحرص عن الخصائص
الصوتية في هذه اللغة أو تلك ، وكذلك لو كان الدارس أصواتياً ويقوم بدراسة عن
الخصائص الصوتية للغة أو مجموعة من اللغات فإنه كثيراً ما يدع المستوى
النحوي والصرفي لتلك اللغة أو اللغات . وهذا يعين الباحثين على التركيز على ظاهرة
محددة في مستوى لغوي معين ليس بينه وبين المستويات الأخرى ارتساقاً ذو علاقة

بالطاهرة نفسها هذا لا يعني أنه ليس هناك ترابط علم بين المستويات اللغوية التي تشكل في مجملها الملكة اللغوية . ولكن كما ذكرنا سابقا فإن كل مستوى يؤدي وطيفه محدده وفي الوقت نفسه مرتبط بالمستويات الأخرى . وقد أفاد هذا التقسيم في الحروح بفواحد كلية universal بجدها في جميع اللغات البشرية . فعلى سبيل المثال يشتمل المستوى السحوي في كل لغة بشرية على فعل وفاعل . وتشتمل كل لغة على صوامع وصوائك.

والمنوى الذي يهنا هنا هو المستوى الفونتيكي أو الأصواتي phonetical level الذي يشكل أدنى للمستويات اللغوية فهو المستوى الذي تخرج منه الأصوات اللغوية في حالة النطق ويتم استقبال الأصوات فيه في حالة الإنصات وبطرا لأ المستوى الذي يليه مباشرة هو المستوى الفونولوجي phonological level فسأذكر بدهة محتصرة عنه . أما المستويات الأخرى مثل الصرف والنحو والدلالة والمعجم فلا يتسع المكان في بحث مثل هذا للحديث عنها بالتفصيل .

٢ . ١ . ١ . ١ . المستوى الفونولوجي

الفونولوجيا علم يبحث في النظم والأنماط الصوتية . بمعنى أنه في حالة دراسة لغة ما فونولوجياً فإنه يتعين في البدلية معرفة النظام الصوتي في تلك اللغة . والنظم الصوتي هو جميع الأصوات اللغوية المتميزة عن بعضها البعض في لغة ما

فالنظام الصوتي في اللغة العربية هو المبين في (الجدول ٢٠٤) وعند إبدال صوت مكان صوت آخر في كلمة ما فإن للمعنى يتغير في تلك الكلمة . ويسمى كل صوت فونيماً phoneme . فكلمة "صدا" تختلف عن كلمة "سدا" في اللغة العربية نظراً لاختلاف للفونيم الأول في الكلمتين السابقتين . بينما نجد الناطق باللغة الإنجليزية لا يفرق بين الصوتين [س] و [ص] لو أبدل أحدهما مكان الآخر في معرودة إنجليزية . وكذلك بالنسبة للصوتين [p] و [b] في اللغة العربية ، فلو أبدل أحدهما مكان الآخر لما أثر ذلك في المعنى بينما هما فونيمان مختلفان في اللغة الإنجليزية .

فالفونيم وحدة مجردة تمثل أصغر جزء صوتي من الكلمة يمكن تمييزه عن غيره من الأجزاء داخل الكلمة . ويمكن أن يظهر في أشكال مختلفة حسب الأصوات التي تجاوره ، عندها يصبح الوفون allophone . فالفونيم /ك/ يخرج من آخر الحنك الصلب في كلمة "كرة" بينما يخرج من مقدمة الحنك الصلب في "كباب" فيمكس القول بأن /ك/ في الكلمة الأولى والثانية الوفونين لفونيم واحد .

وكل لغة أنماطها الصوتية الخاصة بها إضافة لاشتراكها مع لغات أخرى في أنماط موحدة . فالكلمة في اللغة العربية ، على سبيل المثال لا تبدأ بساكن ، أي لا تبدأ بصامتتين . بينما نجد في اللغة الإنجليزية كلمات تبدأ بصامتتين بل وثلاثة صوامت

* في حالة كتابة الرموز الصوتية فإنها توضع بين خطين مائلين للدلالة على أنها فونيم بدو
وعند دراسة صوت ما من الناحية الفونيتيكية فإنه يوضع بين قوسين [ب] .

مثل 'طير' fly و 'شارع' street . فالمقطع في اللغة العربية لا بد أن يبدأ دائماً بصامت واحد يليه صائت ، والكلمة تبدأ بمقطع . أما في الإنجليزية فإن للمقطع مكرس أن يبدأ بثلاثة صوامت ، أو صامتين ، أو صامت واحد ، أو بلا صامت .

وتعد الفوائس التي تحدد تأثير الأصوات على بعضها البعض من الأنماط الصوتية . فجد أن /ل/ في أداة التعريف "ال" لا تنطق عندما يكون الصوت الذي يليها بين أسناني ، أو لساني لنوي ، أو غاري^٢ (اللام الشمسية) . وتنطق فيما بين ذلك . ومن القوانين الأخرى ما ورد في كتب التجويد من إدغام وإقلاب وإظهار وغيره .

ولأن هذا الكتاب يركز على الصوتيات ، فالذي يود أن يؤكد عليه في مجال الفونولوجيا هو أن المستوى الفونولوجي يعبر المستوى الأصواتي . وأنه يحسوي فونيمات اللغة وأنماطها .

٢. ١. ١. المستوى الأصواتي

وهو المستوى الذي دون المستوى الفونولوجي . فهو يتلقى الأوامر العامة من المستوى الفونولوجي ليقوم بترجمتها إلى نبضات كهربائية ترسل عبر الأعصاب إلى

^٢ فيم عدا /ج/ والذي يبدو أن محرجه كل في عصر التكوين بين محرج /ش/ و /ك/ ثم تعير محرجه في اللهجات المعاصرة إلا أن الفنون الفونولوجي الخالص بآل التعريف لا يزال شاملاً .

الحهاز الصوتي . لو العكس في حالة سماع الأصوات اللغوية . وبهذا يكون من السهل إحصاء المستوى الفونتيكي للتجارب المعملية بعكس المستويات اللغوية الأخرى التي تكون محدودة في مجملها ولذا من الصعب الكشف عن أسرارها إلا بالقياس والتقدير

٢.٢ . الصوتيات Phonetics

يمر الكلام بعدة مراحل قبل أن ندركه . ففي المرحلة الأولى تتكون الفكرة لدى المتحدث . وعندها يقوم الدماغ بجمع المفردات ذات العلاقة بتلك الفكرة ثم يطبق قواعد النحو والصرف على المفردات ، بعد ذلك تأتي المرحلة الفوبولوجية phonological level والتي يتم فيها تحديد الأصوات ذات العلاقة ، وأخيراً تأتي المرحلة الفونتيكية phonetic level فتصدر الأوامر من الدماغ إلى عضلات الجهاز الصوتي عبر الأعصاب فيقوم الجهاز الصوتي بإخراج الأصوات اللغوية التي نسمعها أثناء التحدث مع الآخرين .

ولقد ظهرت أول دراسة أصواتية كما سبق أن ذكرنا قبل أكثر من ألفين وخمسمائة سنة عندما قام بانيني بوضع قوانين تفصيلية لأصوات اللغة السنسكريتية Sanskrit . وبذلك تكون هذه الدراسة أقدم دراسة لأصواتية معروفة .

ولم يتجاهل اللغويون العرب القدامى للصوتيات ف سجل سيبويه في كتابه ^١ الكتاب وصفاً لأصوات اللغة العربية ظل مرجعاً إلى يومنا هذا لكل من اللغويين وعلماء التجويد على حد سواء .

إلا أن جميع الدراسات القديمة للأصوات اللغوية التي أُنْتُ بعد سيبويه لم تتجاوز وصف محارج الأصوات اللغوية وكيفية إخراجها التي وردت في الكتاب ، مع بعض الإضافات المتواضعة^٢ . وبظراً لتأخر علمي التثريح ووظائف الأعضاء في تلك الفترة فقد اقتصرت الدراسات القديمة للدقة العلمية المعروفة في الصوتيات المعاصرة . وهذا لا يعني التقليل من إنجازات الرواد في هذا المجال إلا أنه من المهم للتأكيد على أن معظم ما كُتِب بعد سيبويه يصب في علم الفونولوجيا أكثر منه في علم الصوتيات . ومع ظهور عدد من الأجهزة والآلات التي خدمت الصوتيات والتطور النظري الذي رافق اللسانيات في القرن العشرين ، فقد تحددت معالم الصوتيات وفروعها المختلفة . فأصبح علم يختص بالأصوات اللغوية ، إذ يتابعها منذ صدور الإشارات العصبية من الدماغ إلى عضلات الجهاز الصوتي مسجلاً طبيعة موجات الأصوات اللغوية ثم استقبال الأذن لهذه الأصوات وانتقالها من الأذن إلى الدماغ .

^١ هذا من الناحية الأصواتية وليس من الناحية الفونولوجية .

وبهذا تكون الفروع الأساسية للصوتيات ثلاثة : للصوتيات النطقية articulatory phonetics ، للصوتيات الأكوستية acoustic phonetics ، والصوتيات السمعية auditory phonetics .

٢.٢.١. الصوتيات للنطقية

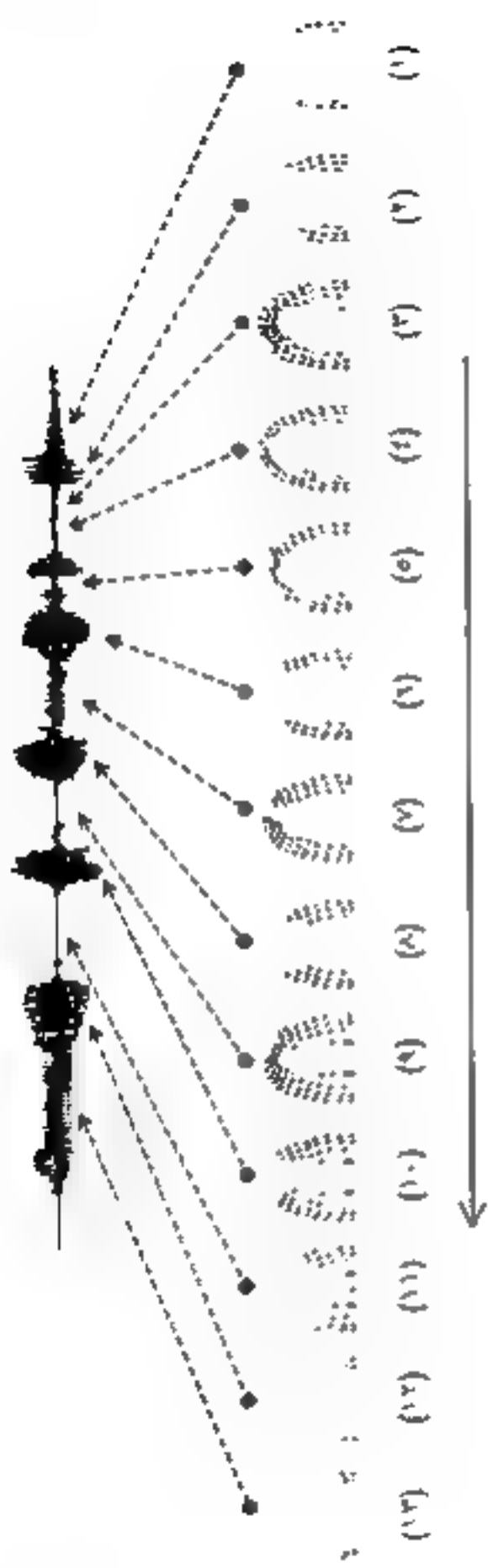
هو أقدم فروع للصوتيات الثلاثة . ويقوم بتحديد محارج الأصوات اللغوية وطرق إخراجها ودراسة للجهاز الصوتي عند الإنسان والعضلات التي تتحكم في أعضاء النطق التي تقوم بإخراج الأصوات اللغوية . وبهذا فإن هذا الفرع ذو علاقة بعلم وظائف الأعضاء physiology وعلم التشريح anatomy . ولقد استفاد الأصواتيون من الإنجازات التي تمت في هذين العلمين وخصوصا فيما يتعلق بالجهاز الصوتي والجهاز التنفسي .

ويعتمد هذا الفرع على أجهزة عديدة^٢ تم تطويرها إما لخدمة للصوتيات النطقية أو لخدمة مجالات أخرى كالطب مثلا ؛ وقام علماء الصوتيات النطقية بتوظيفها في دراساتهم (الشكل ٢.١) .

^٢ انظر الفصل التاسع للتعرف عليها شيء من التفصيل .

٢.٢.٢. الصوتيات الأكوستية

عدد حروف الأصوات اللغوية من الجهاز الصوتي فإنه تتكون نبضات صوتية تنتشر في الهواء لتصل إلى أذن السامع . فالصوتيات الاكوستية هي دراسة هذه النبضات . ولأن هذه الموجات لا ترى بالعين المجردة ، فقد اعتمد للمتخصصون في هذا المضمار على أجهزة مختلفة تقوم بتحويل الموجات الصوتية إلى ترددات كهربائية يتم عرضها على شاشات الحاسوب أو طباعتها على الورق ، ومن ثم تحليلها ودراستها دراسة دقيقة بمساعدة الحاسوب أو باستخدام أدوات متواصلة كالمسطرة .



الشكل ١. ٢.

هذا الشكل يبين العلاقة بين الموجة الصوتية ووضع اللسان داخل الفم . فالإشارة الصوتية التي أعطى الشكل تمثل الكلمة "مُزَسِّتِكُمْ" . والأشكال الثلاثة عشر تمثل نقاط التقاء اللسان بسقف الفم . والنقاط الكبيرة (الأشد سواداً) تدخل على أماكن التقاء اللسان بالحكم ، والنقاط الصغيرة تدل على أن هذه الأماكن لم يتم فيها الالتقاء ، وهي كما يلي : (١) الصوت /م/ ، (٢) الصوت /ت/ ، (٣) وسط الصوت /د/ ، (٤) مع نهاية الصوت /د/ ، (٥) الصوت /ر/ ، (٦) الصوت /ن/ ، (٧) الصوت /س/ ، (٨) الصوت /ت/ ، (٩) الصوت /ت/ ، (١٠) الصوت /س/ ، (١١) صوت /ك/ ، (١٢) للصوت /ت/ ، (١٣) للصوت /ج/ . لاحظ حالات القفل في النثمة للصوت /د/ (٣) والصوت /ت/ (٩) ، وللقفل في الحنك للصوت /ك/ (١١) .

٣.٢.٢. الصوتيات السمعية

بهتم هذا الفرع بالفترة التي تقع منذ وصول الموجات الصوتية إلى الأذن حتى إدراكها في الدماغ . وهي ذات ثلاث مراحل :

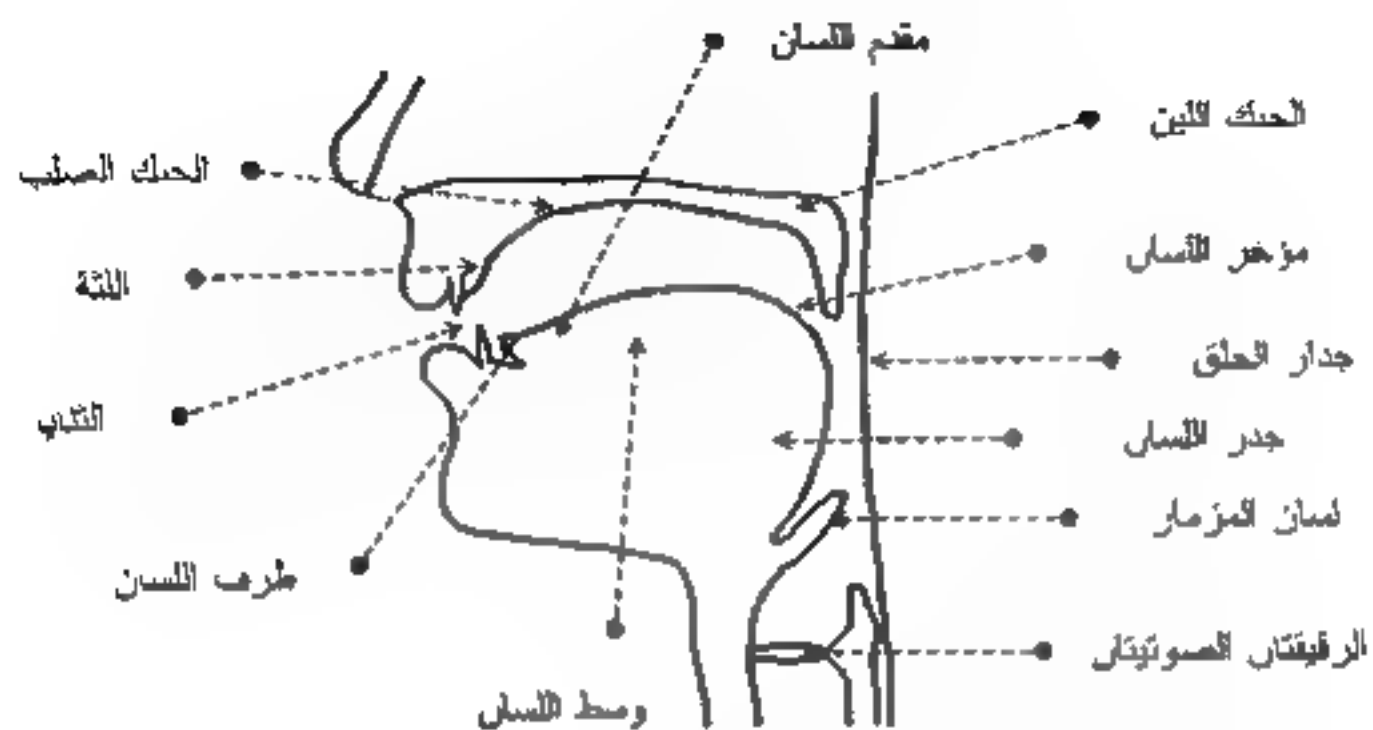
١. تحويل الأذن للموجات الصوتية من طاقة فيزيائية إلى طاقة حركية .
 ٢. تحويل الطاقة الحركية إلى نبضات كهربائية تنتقل عبر العصب السمعي إلى الدماغ .
 ٣. ما يعرف بالمستوى الأكوستي acoustic level . وهو المستوى الذي تشاركنا فيه بقية الكائنات الحية التي لها جهاز سمعي مشابه لجهازنا ، حيث ندرك لأصوات غير اللفظية كأصوات السيارات والمكيفات والعصافير .
 ٤. المستوى الفونيتيكي phonetic level وفي هذا المستوى يقوم الدماغ بالتعرف على الأصوات اللفظية وتحديدتها ، لتنتقل إلى مستويات لغوية عليا تنتهي بوضع تصور للعبارة المسموعة .
- ويقوم المتخصصون في هذا المجال بتوليد أصوات عن طريق مولد أصواتي speech synthesizer . وبه يتحكمون في زمن وذبذبات الأصوات المولدة ، ليقوموا بتوليد أصوات اختار يجربونها على عدد من السامعين الذين يقومون بالتعرف على الأصوات التي استمعوا لها . وهذا يفيد في معرفة مدى أهمية خصائص أكوستية معينة في موحات الأصوات اللفظية لدى السامع عندما يقوم بالتعرف على الكلام .

٣.٢. الخلاصة

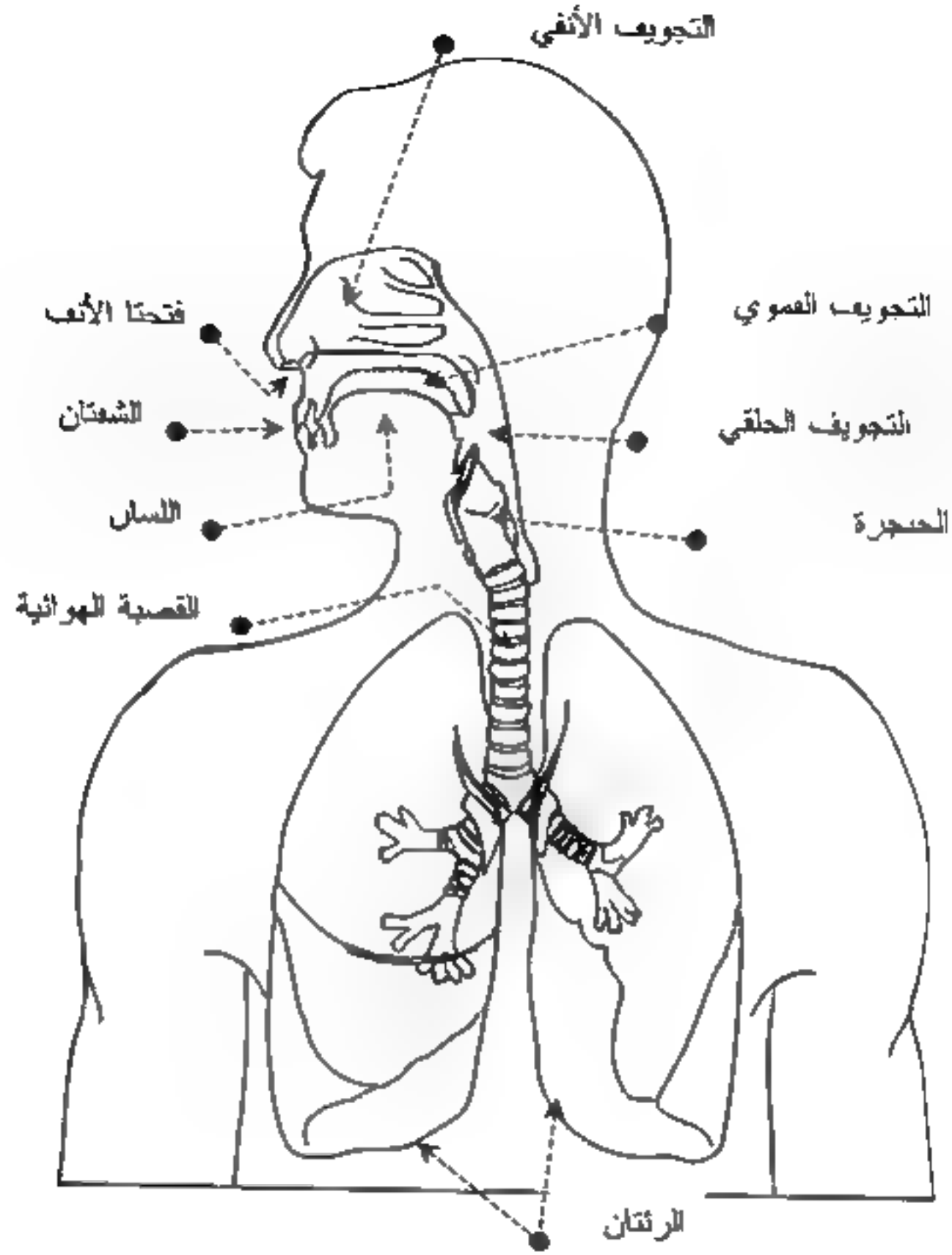
الصوتيات علم يبحث في مجال الأصوات اللغوية من حيث محارجها وكيفية حراجها وحواسها الأكوستية كموجات صوتية وكيف يتم سماعها وإدراكها . وهو علم تجريبي في معظم فروعه . حيث يعتمد الباحثون في مجال الصوتيات على أجهزة متطورة ومعقدة لدراسة الأصوات اللغوية . وهو علم ظهر منذ آلاف السنين ولا يزال محط اهتمام كثير من الباحثين في مختبرات عدة منتشرة في أرجاء المعمورة . ويحتاج الدارس في مجال الصوتيات إلى إلمام كاف بفروع المعرفة الأخرى كفيزيائية الموجات الصوتية والنثرية ووظائف الأعضاء وعلم النفس للدخول إلى عالم الصوتيات .

٣. الصوتيات النطقية

ينولى توليد الأصوات للغوية جهاز في الإنسان يدعى الجهاز الصوتي vocal tract . ويتكون كما في الشكل ٢. ١. من الأعضاء الواقعة بين الرقيقتين الصوتيتين من جهة وبين فتحتي الأنف والشفيتين من الجهة الأخرى ، بما في ذلك الرقيقتين الصوتيتين والشفيتين . ومن الجهاز الصوتي تخرج جميع الأصوات اللغوية . ولكي تخرج الأصوات من الجهاز الصوتي فإنه يحتاج إلى مصدر للطاقة وبدونه لا يمكن أن يُصدر أصواتاً . فهو يشبه المتناجح دون طاقة كهربائية . إذ إنه مجرد محوّل للطاقة من نوع إلى آخر . بمعنى أنه يحوّل الطاقة الهوائية إلى طاقة هيزيائية مصدر أصواتاً متباينة الخصائص من حيث التردد والشدة . والمصدر الذي يزود الجهاز الصوتي بالطاقة هو الجهاز التنفسي الذي يتكون من القصص الصدري بما فيه من رتتين وقصبة هوائية . والجهاز التنفسي هنا يمتد من الرقيقتين الصوتيتين إلى الحويصلات الهوائية داخل الرتتين . والهواء داخل الجهاز التنفسي هو محروون للطاقة للجهاز الصوتي.



الشكل ٣. ١. أعضاء النطق في الجهاز الصوتي .



الشكل ٣. ٢. للجهاز الصوتي والجهاز التنفسي

فبعد استفاخ الرئتين أثناء الشهيق دخول الهواء إلى الرئتين يزداد حجم الهواء داخلهما فيستخدمه الجهاز الصوتي أثناء الزفير خروج الهواء من الرئتين في إصدار الأصوات اللغوية . ورغم أن الجهاز الصوتي يمكن أن يصدر أصوات أثناء الشهيق إلا أنه لا تُعرف لغة بشرية تستخدم هذه الطريقة في إحراج أصواتها .

الجهاز التنفسي هو المصدر الأساس لمعظم الأصوات اللغوية لجميع اللغات البشرية . كما أنه المصدر الوحيد لجميع أصوات اللغة العربية . وتسمى الأصوات التي تعتمد على الجهاز التنفسي بالأصوات الرئوية *pulmonic* وهناك لغات تستخدم مصادر أخرى للطاقة غير الرئتين في إحراج بعض أصواتها .

لغة الهوسا ، على سبيل المثال ، وهي اللغة الرئيسية في شمال نيجيريا ، ولغات أفريقية وهندية أمريكية أخرى تستخدم الحجرة بمعزل عن الرئتين في التحكم في الهواء الداخل والخارج عبر الجهاز الصوتي . وذلك بغلق الرقيقتين الصوتيتين ، ومن ثم عزل الهواء داخل الرئتين عن الهواء فوق الرقيقتين الصوتيتين ، ثم رفع أو خفض الحجرة الحاوية على الرقيقتين الصوتيتين . فتعمل الحجرة عمل المكبس . وتسمى هذه الوسيلة بالحنجرية *glottalic* . فعند رفع الحجرة يدفع الهواء إلى خارج الجهاز الصوتي ، فيمكن للتحكم فيه لإصدار أصوات قذفية *ejectives* . وعند خفض الحجرة يمكن إصدار أصوات تسمى أصوات انفجارية داخلية *implosives* .

وتستخدم لغات أخرى مثل لغة الزولو في أفريقيا مصدراً آخر للطاقة يسمى طبقي velaric نسبة إلى انطباق مؤخر اللسان على الحنك اللين . إذ يُدفع للسان بأكمله إلى أعلى لينطبق على الحنك ثم يُخفض وسط اللسان أو مقدمه أو هما معاً ، ويُنفى على مؤخرة اللسان ملاصقة الحنك اللين مما يؤدي إلى خفض ضغط الهواء داخل الفم فيصدر عن ذلك أصوات تسمى طقطقة clicks . هذه الأصوات مثل صوت القبلة والأصوات التي تصدرها أحياناً لنداء بعض الحيوانات الأليفة .

إذن يستخدم الجهاز الصوتي الآلية الهوائية air-stream mechanism مصدر للطاقة . وهذه الآلية ذات أشكال ثلاثة : رئوي ، وحجري ، وطبقي. والذي بهما هما هو الرئوي الذي ينتج عن الرئتين . إذ تعتمد جميع أصوات اللغة العربية على الجهاز التنفسي فيما عدا بعض حالات العيوب الخلقية للجهاز الصوتي وعندها قد يعتمد المصابون على مصادر أخرى للطاقة غير المصدر الرئوي . ولأهمية الجهاز التنفسي بالنسبة لأصوات العربية فإننا سنعرض له بتفصيل أكثر .

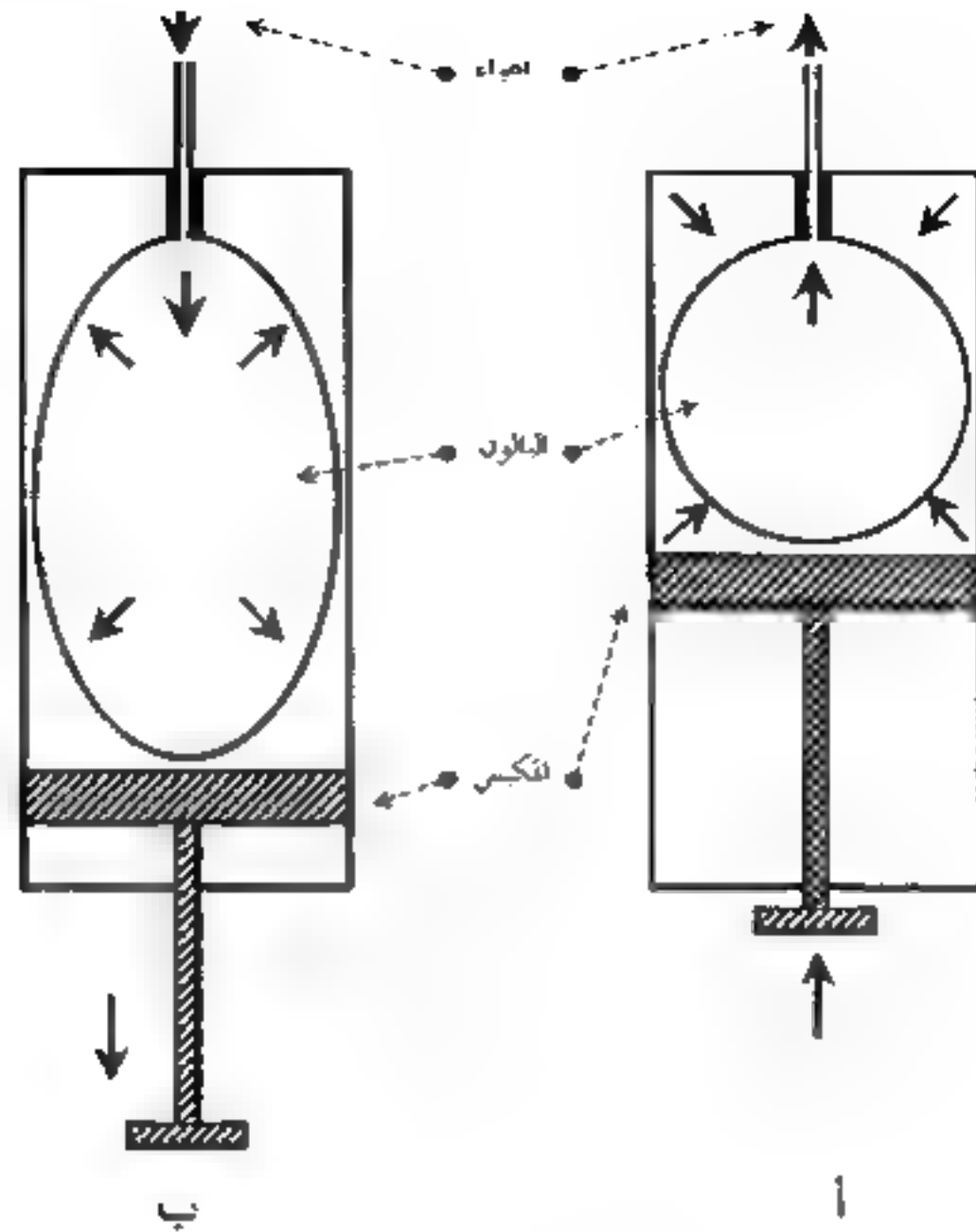
٣.١ . الجهاز التنفسي Respiratory System .

يتكون الجهاز التنفسي من القصبة الهوائية ، والشعبتين الهوائيتين ، والرئتين بما تحويه من شعب وحوصلات هوائية ، والقفص الصدري وما يحويه من أوعية وعصلات متعددة (الشكل ٣.٢) .

كما هو معلوم فإن الوظيفة الأساسية للجهاز التنفسي هي وظيفة إحيائية . أي أن مهمة الجهاز التنفسي الأولى هي إيصال الهواء إلى كريات الدم الحمراء ، حيث تتم عملية تبادل الغازات ، فيحل غاز الأكسجين محل غاز ثاني أكسيد الكربون في كريات الدم الحمراء . إلا أن الجهاز الصوتي يوظف الهواء الخارج من القصبة الهوائية لتوليد موجات صوتية ، مثلما يستفيد الإنسان من مصبات مياه الأنهار في توليد الطاقة الكهربائية .

فتمر كرات الدم الحمراء في الحويصلات الهوائية لتفريغ حمولتها من ثاني أكسيد الكربون والتزود بالأكسجين وبذلك تكون وظيفة الرئتين والقصبات الهوائية إيصال الهواء إلى كرات الدم الحمراء . إلا أن الرئتين لا تقومان بعملية الزفير والشهيق . فهذه العملية يقوم بها القفص الصدري بما يحويه من ضلوع وعضلات ، والشكل ٣ .
٣ . يبين الشبه الكبير بين المكبس الذي يمثل للقفص الصدري ، والبالون الذي يمثل الرئتين .

فعند اتساع القفص الصدري يزيد حجم الرئتين ويقل ضغط الهواء داخلهما مما يدفع بالهواء الخارجي للدخول إلى الرئتين . وعند تقلص القفص الصدري يقل حجم الرئتين ويؤدي ذلك إلى زيادة ضغط الهواء داخلهما فيندفع الهواء من داخل الرئتين إلى الخارج .



الشكل ٣، ٣. يبين تأثير المكبس (المشابه بالقتص للصدري) على البالون (الشبيه بالرئة) . فعندما يضغط المكبس على البالون فإن ضغط الهواء داخل البالون يرتفع فيندفع الهواء إلى الخارج (أ) . وعلى العكس من ذلك عندما يُسحب المكبس إلى الخارج فإن ضغط الهواء داخل البالون ينخفض فيندفع الهواء من الخارج إلى داخل البالون (ب).

يتكون الفص الصدري من ١٢ زوجاً من الصلوع تتصل في المؤخرة بالعمود الفقري ، وتتصل العشرة أزواج العليا منها بالفص في المقدمة . أما الزوجان السفليان فمفصلان في المقدمة .

وفي حالة الشهيق تقوم عدة عضلات تقع بين الصلوع برفع الصلوع العشريين العليا إلى أعلى بينما يقوم الحجاب الحاجز - وهو المحذب تجاه الرئتين في وضعه الطبيعي - بدفع الأربعة صلوع السفلى إلى الخارج . كما يقوم الحجاب الحاجز في الوقت نفسه بالتسطح منهيًا بذلك حالة التقوس إلى أعلى . هذه العملية تسبب اتساعاً في حجم الفص الصدري ، ويقابلها عملية معاكسة تقلص من حجم الفص الصدري أثناء الزفير . أي أن الصلوع العشريين تتجه إلى أسفل بينما تدفع الصلوع الأربعة إلى الداخل ، ويتحذب الحجاب الحاجز في اتجاه الرئتين . كل هذه العملية تقلل من حجم التجويف الصدري .

وتختلف سعة الجهاز التنفسي من شخص إلى آخر كما تختلف حسب السن والجنس . إذ تصل السعة عند الأطفال لثراً واحداً وتزايد مع تقدم السن إلى أن تصل إلى ما يقرب من خمسة لترات عند البلوغ . كما أن سعة الجهاز التنفسي عادة تكون أكثر عند الذكور منها عند الإناث .

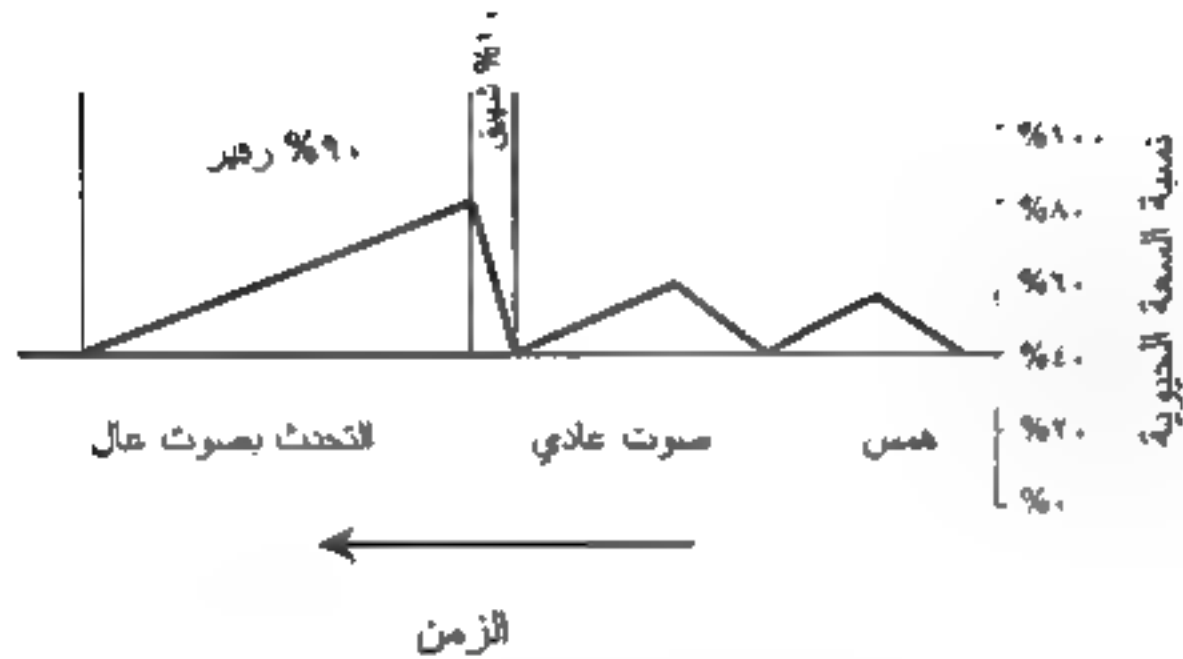
وتختلف سرعة التنفس حسب وضع الإنسان وسنّه . فكلما كبر الجهد الذي يبذله الإنسان زاد عدد مرات تنفّسه ، وتكون عملية للتنفس أقل سرعة في حالة النوم . أما

لأطفال حديثو الولادة فيتراوح عدد مرات تنفسهم من ٣٠ إلى ٩٠ مرة في الدقيقة ،
وتقلص تدريجياً بتقديم المس . فتراوح بين ١٠ و ٢٢ مرة في الدقيقة .
ولا يتم ملء كل التجويف الصدري أثناء التنفس ، كما لا يتم تفرعه تماماً من
الهواء . إذ تتراوح نسبة ملء التجويف الصدري بالهواء بين ٨٠% في حالة الشهيق
و ٣٥% في حالة الزفير . ولو فرغت الرئتان من الهواء تماماً لتهشم القصص
الصدري .

وتتباين فترات الزفير والشهيق حسب حالة الإنسان . ففي حالة الاسترخاء تستغرق
عملية الشهيق ٤٠% وتستغرق عمالة الزفير ٦٠% من زمن الدورة الكاملة للتنفس .
بينما تكون نسبة الشهيق في حالة التحدث بصوت عال ١٠% والزفير ٩٠% وهذا
يعطي زمناً أطول لعملية التحدث التي تتم أثناء الزفير ، بينما لا تستغرق عملية الشهيق
سوى وقتاً ضئيلاً ، مما يتيح للمتحدث أطول زمن ممكن للحديث دون الانقطاع للتزود
بالهواء إلا لوقت قصير (الشكل ٣ . ٤) .

ولكي تتم الاستفادة من الهواء داخل الجهاز التنفسي في النطق فإن الجهاز الصوتي
يحتاج إلى هواء ذي ضغط مرتفع نسبياً . أي أن الفرق بين ضغط الهواء داخل الجهاز
التنفسي وخارجه يجب أن يكون كافياً لإصدار الصوت . وعادة ما يكون ضغط الهواء
داخل الرئتين ٧ سم/الماء أثناء الكلام ، ولا يكون هناك تكذب بكرر في

درجة ضغط الهواء داخل الرئتين أثناء نطق الأصوات اللغوية . ولكنه يرتفع قليلا عند التأكيد على كلمة أو صوت أو عند التحدث بصوت عال .



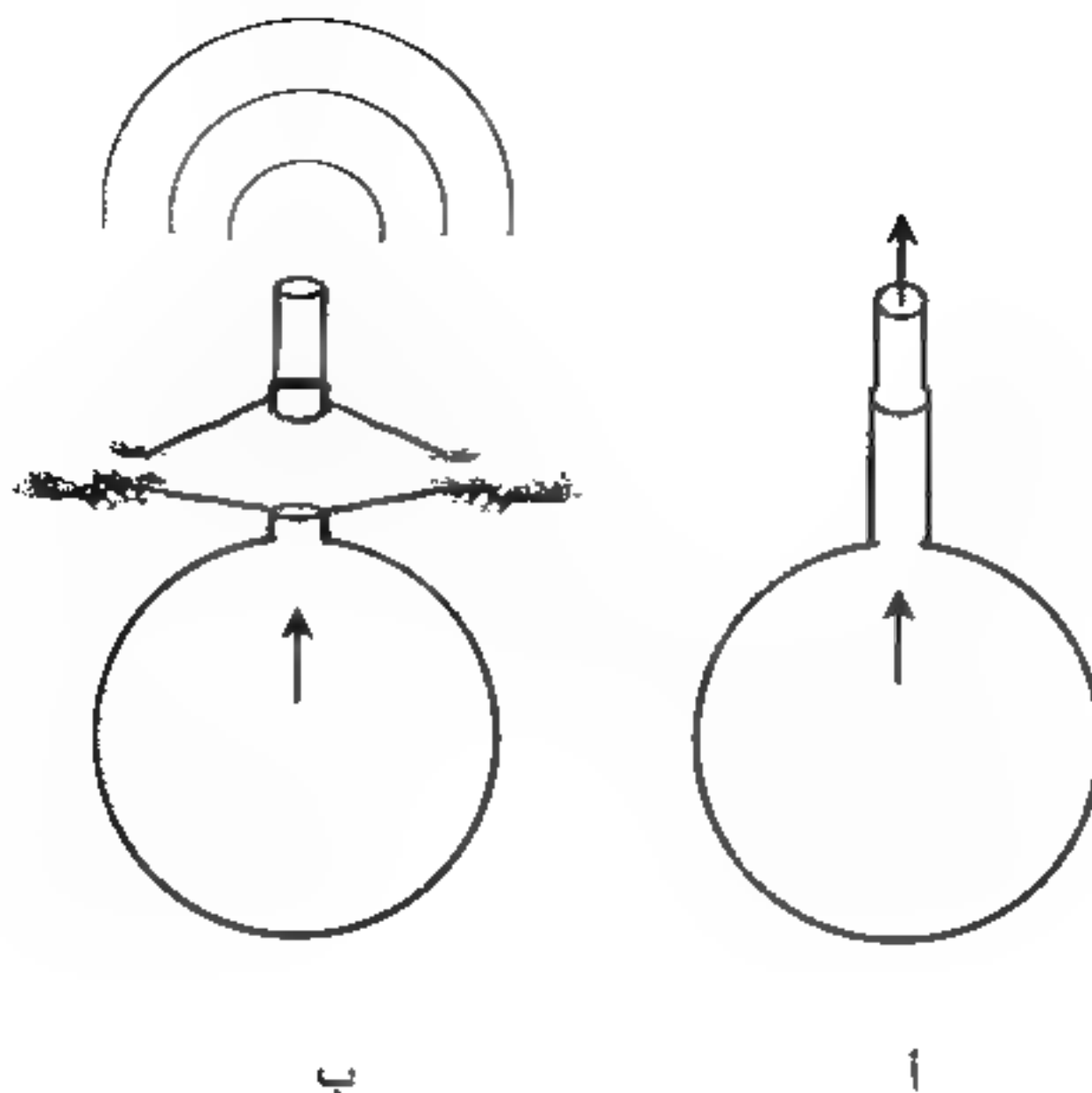
الشكل ٣ . ٤ .

الرسم البياني هنا يبين كمية الهواء داخل التجويف الصدري وزمن الزفير والشهيق في ثلاث حالات . الأولى (من اليمين إلى اليسار) أثناء الهمس ، حيث يكون الفرق بين الشهيق والزفير قليلا . الثانية أثناء التحدث بصوت عالٍ ونلاحظ كيف يزداد الفرق بين فترتي الزفير والشهيق . أما في الحالة الثالثة ، فإن الشهيق لا يشكل سوى ١٠% من دورة التنفس التي يستغرق الزفير ما نسبته ٩٠% منها .

٣. ٢. الجهاز الصوتي Vocal Tract .

نظراً لتركيبة الممرات الهوائية من أعلى القصبة الهوائية إلى الحويصلات الهوائية فإن مرور الهواء من وإلى الرئة داخل هذه الممرات لا يولد صوتاً لغوياً ؛ وذلك لأن هذه الممرات مكونة من غضاريف على شكل حلقات أو شبه حلقات مما يجعلها دائماً مفتوحة فيمر الهواء عبرها بحرية تامة .

إلا أن الوضع يختلف في التجاويف التي تقع في الحنجرة وما فوقها . فهذه التجاويف يمكن التحكم فيها بالتحكم في مرور الهواء عبرها مما يولد أصواتاً متعددة الخصائص . فالهواء الخارج من الرئتين يشبه الهواء الخارج من البالون في الشكل ٣. ٥. أ. ، حيث لا يحدث خروج الهواء بحرية صوتاً . ولكن عند التصيق على الهواء الخارج من البالون فإنه يصدر صوتاً (الشكل ٣. ٥. ب.) . والذي يحدث في الجهاز الصوتي أثناء الكلام هو عملية مشابهة لتلك الموضحة في الشكل ٣. ٥. ب. حيث يتم التصيق على الهواء الخارج بطرق مختلفة مما يتسبب في صدور أصوات مختلفة أيضاً حسب طريقة التصيق ومكانه في الجهاز الصوتي .



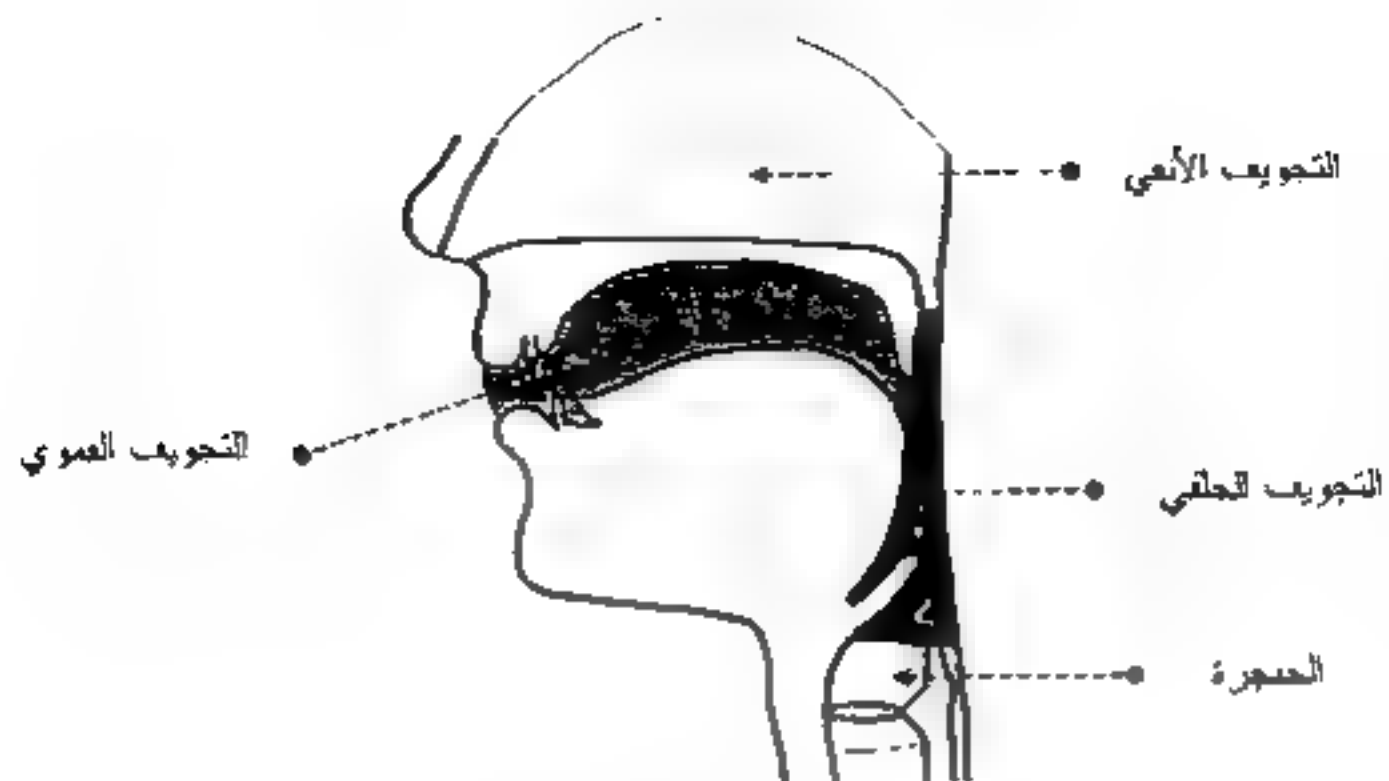
الشكل ٣ . ٥ .

يبين هذا الشكل كيف يؤدي التضيق على مجرى الهواء إلى إصدار موجات صوتية . ففي الشكل الأول يخرج الهواء من البالون بحرية دون إصدار صوت وذلك نتيجة لوجود الأنبوب للصلب (أ) . أما في الشكل الثاني فإن التضيق الناتج عن سحب عنق البالون يؤدي إلى اضطراب في الهواء الخارج من البالون مصدرا بذلك موجات صوتية (ب) .

وإذا أردنا التعرف على الجهاز الصوتي من الناحية التشريحية فإننا نحده بتكون من أربعة نجاويف هي : الحنجرة ، والتجويف الحلقى ، والتجويف العموي ، والتجويف الأنفى (الشكل ٣ . ٦) . هذه التجاويف تحوي أعضاء لكل منها دور فى إخراج الأصوات اللغوية . وهذه الأعضاء تعمل بدقة وانسجام دقيقين فيما بينها . يتحكم فيها ما يقرب من ١٠٠ عضلة مرتبطة بالدماغ . وتتلقى الأوامر من الدماغ عبر شبكة الأعصاب الموصلة بينهما . وفيما يلي وصف شامل لمكونات الجهاز الصوتي :

٣ . ٢ . ١ . الحنجرة Larynx

الحنجرة عبارة عن صندوق غضروفي يقع على قمة القصبة الهوائية وهي مفتوحة من الأعلى ومن الأسفل وهذا يسمح بمرور الهواء من القصبة الهوائية إلى الحلق فالهم أو الأنف والعكس . كما أن غضروفها غير مكتمل من الخلف ، شأنه شأن بقية حلقات القصبة الهوائية مما يسهل مرور الطعام في المريء الملاصق للقصبة الهوائية من الخلف . وتكون بارزة في مقدمة الرقبة عند غليظة الذكور . وذلك لأن زاوية مقدمتها عندهم ٩٠ درجة بينما هي عندهن ١٢٠ درجة . فالتحديب العالي عند الذكور هو الذي يجعلها أكثر بروزاً منها عند الإناث .



الشكل ٣. ٦. تجاويف الجهاز الصوتي .

وتحتوي الحنجرة على الرقيقتين للصوتيتين وهما متصلتان في المقدمة ومفصلتان في المؤخرة مشكلتان الرقم ٧ (الشكل ٣. ٨) . ويتحكم فيهما عضروها الأرتنويد arytenoid اللذان يقومان بشدهما أو إرخائهما أو السماح بتقابلهما أو تباعدهما . وكما هي الحال بالنسبة لسائر الأعضاء البشرية الأخرى ، فإن الرقيقتين الصوتيتين وظائف حياتية . منها أنهما يعملان كصمام يمنع دخول الموائل والأكل إلى الرئتين . كما يقومان بمشاركة أعضاء أخرى في الحنجرة بحبس الهواء داخل الرئتين أثناء رفع لأجسام الثقيلة ، أو بذل جهد عال كعملية الوضع عند المرأة . كما يساعدان على عملية السعال بحبسهما الهواء ثم إطلاقهما إياه دفعة واحدة .

سبق وأن ذكرنا بأن عضروفي الأرتنويد يقومان بالتحكم في الرقيقتين الصوتيتين . ويتم ذلك بطريقتين : الطريقة الأولى شد الرقيقتين الصوتيتين ، والطريقة الأخرى تقريبهما من بعضهما البعض . فعند إبعادهما عن بعضهما يمر الهواء بينهما دون حدوث صوت . أما إذا تقاربتا من بعضهما بدرجة كافية أثناء الزفير فإنهما تتذبذبان مصدرتين بذلك صوتاً . هذا التذبذب يمكن التحكم في شدته ودرجة تردده . فكلما زاد شدهم زادت سرعة التردد والعكس بالعكس . وإذا ما القحمتا حجبتا للهواء تماماً فلا يصدران صوتاً . إلا أنه بعد انفصالهما يخرج صوت الهمزة . والهمزة تنتج عن علق

وتعرفان بالحبلين الصوتيين ، ولكن نظراً لكوبهما رقيقتين وليستا حبلين فإنني أرى بنعميهما كذلك أي الرقيقتين الصوتيتين فهذا أنق في الوصف .

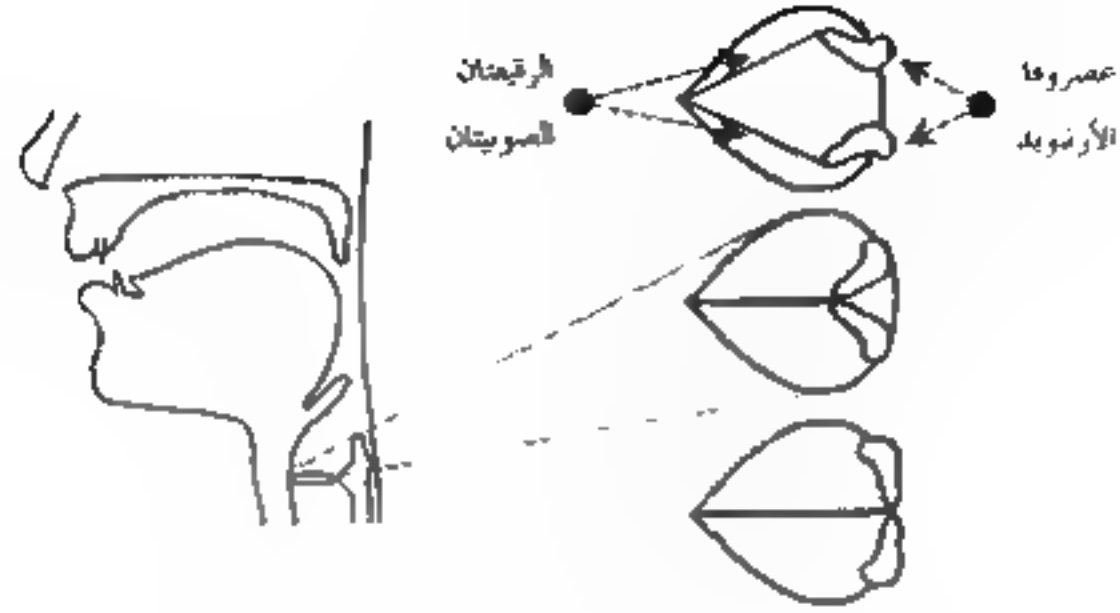
الرفيعتين الصوتيتين للفتحة التي بينهما ، والتي تسمى المزمار glottis ، ثم استعادتهما
عن بعضهما (الشكل ٣ . ٨) .

وتتم عملية تذبذب الرفيقتين الصوتيتين باقترانهما من بعضهما بدرجة تكفي لمنع
تهوئة من الخروج فيزيد ضغط الهواء أسفلهما مما يؤدي إلى إبعادهما عن بعضهما
العض فخرج كمية من الهواء مسببة انخفاضاً في ضغط الهواء مما يسمح بتلاقيهما
مرة أخرى وحجز الهواء فيرتفع ضغطه من جديد مما يؤدي إلى إبعادهما ، وهكذا
تتكرر الدائرة . وكل عملية غلق وفتح للمزمار تشكل ترددا واحداً أو دورة واحدة
(الشكل ٣ . ٧) .



الشكل ٣ . ٧ .

صور فوتوغرافية للرقبتين الصوتيتين وهما تقومان بدورة كاملة لتردد واحد . ففي الصورة الأولى (الأعلى من اليمين) تظهر الرقيقتان متباعدتين نسبياً ثم تأخذان في الاقتراب حتى يغلّق المزمار (المر بينهما) تماماً كما في الصورة الأخيرة من الصف الأول . وفي الصف الثاني تبدأ عملية حركتهما ، إذ يدفعهما ضغط الهواء إلى التباعد من جديد حتى تسمحان بمرور الهواء بينهما (الصور تبدأ من اليمين إلى اليسار) .



الشكل ٣ . ٨ .

للجهاز الصوتي وثلاث حالات لوضع الرقيقتين الصوتيتين . فعندما ننظر من أعلى إليهما فإننا سنشاهدكما كما في الأشكال الثلاثة التي إلى اليمين . فالشكل الأعلى يوضح وضعهما أثناء نطق الأصوات المهموسة . والشكل الثاني يبين وضعهما أثناء نطق الأصوات المجهورة . والشكل الأخير في حالة نطق الهمزة ، حيث يتغلغل تماماً .

وتتفاوت درجة تردد الرقيقتين الصوتيتين بين الناس . فتصل درجة التردد عند الأطفال فوق ٣٠٠ نذبية في الثانية ، وللنساء فوق ٢٠٠ نذبية ، وللرجال ما يقرب من ١٢٠ نذبية . والسبب في ذلك يعود إلى مساحة وطول الرقيقتين الصوتيتين ، فكلم قصرت وصعرت مساحتهما زادت درجة ترددهما . فهما عند الأطفال أقصر وأقل مساحة منهما عند البالغين . ويسمى تردد الرقيقتين الصوتيتين بالتردد الأساس fundamental frequency ، أو المطلق الرنيني صفر F_0 . ونعتمد إلى حد كبير في تمثيل جنس المتحدث أو سنه على التردد الأساس للصوت الذي نسمعه .

والرقيقتان الصوتيتان من أهم أعضاء الجهاز الصوتي ، حيث لهما دور كبير في إخراج معظم الأصوات للعوية . كما أنهما أول ما يستخدمه الإنسان من الأعضاء الصوتية ، فصراخ الطفل بعد الولادة ناتج عن تدبب الرقيقتين الصوتيتين .

ويمكن إدراك الفرق بين تدبب الرقيقتين الصوتيتين من عنده ، بوصع رؤوس أصابع اليد على الحنجرة وبعث الهواء باستخدام العم عندها لا تحس بتدببهما كما أنك لن تسمع لهما صوتا . وأنت في الوضع نفسه حاول أن تنطق ولوا طويلة وورورور - عندها سوف تحس بتدببهما في أصبعك كما أنك ستسمع الصوت الصادر عنهم .

حاول نطق الصائتين العربيين الآخرين وهما الألف والياء ١١١١١١ ، ي ي ي ي ي فستسمع التدبب نفسه ، إلا أن نوعية الصوت تغيرت ، فتدبب الرقيقتين

الصوتيتين عند نطق الألف أو الياء أو اللو واحد تقريباً . والفرق الحقيقي ليس هذه الصوتيات هو شكل وسعة للتجويف القموي اللذين يغيرهما وضع اللسان والفك السفلي .

تصاحب نغمة الرقيقتين الصوتيتين كثير من الأصوات اللغوية . فعندما سطق صوتاً ويكون هذا الصوت مصحوباً بتذبذب الرقيقتين الصوتيتين نطلق عليه مجهوراً voiced ، وإذا كان الصوت يخرج دون مصاحبة تردد الرقيقتين الصوتيتين فإننا نسميه صوتاً مهموساً voiceless . لاحظ الفرق بين الصوت /س/ والصوت /ز/ . فهما يخرجان من مخرج واحد وتستطيع نطق أحدهما ثم نطق الآخر دون تغيير في وضع اللسان أو الأعضاء الصوتية داخل الفم . والفرق البارز بينهما هو أن الأول مهموساً والآخر مجهوراً .

ومن الأصوات التي تخرج من الحجرة الهاء . فعند تقارب الرقيقتين الصوتيتين بدرجة لا تسمح بتدنيهما وإنما تسمح بصدر صوت نتيجة لاحتكاك الهواء بهما يخرج الصوت /هـ/ .

ويوجد فوق الرقيقتين الصوتيتين ما يسمى بالرقيقتين الكاذبتين false vocal folds وهاتان رغم أنهما قد تصيقتان مجرى الهواء مما يمكن أن يصدر عنهما صوتاً إلا أنه لم يعرف لهما دور في إخراج الأصوات اللغوية . ويطلق على الرقيقتين الصوتيتين : الرقيقتان للصوتيتان الحقيقيتان true vocal folds وذلك

للتفريق بينهما وبين الرقيقتين الصوتيتين الكلازمتين . وفي الغالب يكتفى بذكر الرقيقتين الصوتيتين للدلالة على الرقيقتين الصوتيتين الحقيقتين .

٣ . ٢ . ٢ . التجويف الحلقى Pharyngeal Cavity

يمتد التجويف الحلقى من الحنجرة إلى بداية التجويف العموي والتجويف الأنفي . فهو عبارة عن أنبوب يصل بين الحنجرة من جهة وأنبوبي التجويف الأنفي والتجويف العموي من جهة أخرى .

وهذا التجويف ليس به أعضاء ذات أهمية تذكر في نطق أصوات كثير من اللغات البشرية ، عدا الرنين الذي يحدث داخله نتيجة لتذبذب الرقيقتين الصوتيتين والذي يعد ذا أهمية في نوعية للصوات المنطوقة ، ويمكن تصغير هذا التجويف لو تكبيره وذلك برفع الحنجرة أو خفضها ، أو بتضييقها بواسطة جدر اللسان . وفي كلتا الحالتين تختلف نوعية الرنين الناتج عن الصوت الصادر عن الرقيقتين الصوتيتين . كما يمكن عزل الهواء داخل التجويف الحلقى بخلق الفتحة الواقعة بين الرقيقتين الصوتيتين من أسفل ، ومن أعلى بخلق فتحة للحكماءية التي تفصل بين التجويف الأنفي والتجويف الحلقى من جهة ، كما يفصل مؤخر اللسان عند انتقاله بالهواء بين التجويف العموي والتجويف الحلقى من جهة أخرى .

وفي داخل التجويف الحلقى يوجد لسان المزمار epiglottis وهو على شكل ورقة نباتية ثابتة من إحدى طرفيها في أعلى الحنجرة أما الطرف الآخر فقابل للحركة. وهو صاحب وظيفة إحيائية مهمة . إذ يقوم بغلق أعلى الحنجرة فيحجب الطعام والشراب عن الدخول إلى الجهاز التنفسي ساعدا لهما بالعبور إلى المريء وسالمعدة فيما عدا ذلك فهو منتصب حتى لا يحجب الهواء عن الجهاز التنفسي . وبينما لا يعرف للسان المزمار وظيفة صوتية في معظم اللغات المعروفة ، إلا أنه يبدو من الدراسات الأولية أن له دورا أساسيا في نطق الأصوات الحلقية في اللغات السامية . فعند ميلان لسان المزمار تجاه الجدار الحلقسي Pharyngeal wall فإن مجرى الهواء يضيق مصدرا صوتا . هذا الصوت تستخدمه اللغات السامية والتي منها اللغة العربية فيخرج للصوتين /ع/ ، /ح/ .

٣ . ٢ . ٣ . التجويف الأنفي Nasal Cavity

يتكون التجويف الأنفي من تجويفين يفصل بينهما حاجز يمتد من بين فتحتي الأنف إلى مؤخرة التجويف الأنفي ، حيث يلتقيان في فتحة واحدة تسمى على التجويف الحلقى . ويفصل الحنك الصلب والحنك اللين بين التجويفين الأنفي والحلقى . وللتنجوف الأنفي وظيفة إحيائية مهمة ، إذ يقوم بتنقية وتلطيف الهواء الداخل إلى الرئتين ، إضافة إلى وظيفته كحاسة للشم .

والتجويف الأنفي منفصل عن التجويف الفموي بطبيعته إلا أنه متصل بالتجويف
الحلقى عن طريق فتحة الحنك الخلفية . ويقوم الحنك اللين soft palate / velum بفصل
هذين التجويفين عندما يرفع إلى أعلى وتوصيلهما ببعضهما عندما ينخفض .
التجويف الأنفي تجويف ثابت أي لا يمكن للتحكم في حجمه أو الأعضاء الموجودة
بداخله . ووظيفته الصوتية تتمثل في الرنين الصادر عن مرور الهواء عبر هذه
التجويف ، هذا الرنين ينتج بطريقة الحال عن تردد الرقبتين الصوتيتين . فيخرج منه
الصوتين /م/ ، /ن/ .

٣ . ٢ . ٤ . التجويف الفموي Oral Cavity

وهو أكثر التجاويف تعقيدا كما أن غالبية الأصوات اللغوية تخرج منه . ويمتد من
الشفيتين إلى أعلى للتجويف الحلقى . ويحتوي على الشفتين ، واللوجنتين ، والأسنان ،
واللسان ، والحنك الصلب ، والحنك اللين والفكين الأعلى والأسفل . وكما هي الحال
بالنسبة للتجاويف الأخرى ، فإن للتجويف الفموي وظيفة إحيائية تتمثل في كونه
المحطة الأولى التي تتم فيها أول عملية من عمليات هضم الطعام . فهذه تتم عملية
مضغ الأكل وخلطه باللعاب ، وإرساله إلى الحلق ليتم بلعه . كما يمكن استخدامه
لعبور الهواء من وإلى الجهاز التنفسي في حالة انغلاق التجويف الأنفي .

ونظرا لأهمية التجويف العموي فلننا نتحدث عن أعضاء النطق فيه بشيء من التفصيل لما لكل منها من أهمية في إخراج الأصوات اللغوية .

١ . ٢ . ٣ . الشفتان والوجنتان Lips and Cheeks

تعمل الشفتان والوجنتان غطاء للأسنان والتجويف العموي كله . وتتصل الشفتان بالوجنتين بمجموعة من العضلات تمكننا من : غلق الشفتين في حالة نطق الصوت /ب/ ، ومن رفع الشفة السفلى لتقابل الثنايا العليا كما في الصوت /ف/ ، وأيضا تدويرهما كما في نطق الصوت /و/ ، وبسطهما كما في نطق الصوت /ي/ ، أو لفصل بينهما بشكل واضح كما في حالة الألف . هذه المجموعة من العضلات المعقدة معقدة بطبقة رقيقة من الجلد الذي يشاهده على وجوه الآخرين .

١ . ٢ . ٣ . الأسنان Teeth

تتكون الأسنان من طبقات متباعدة في صلابتها . إذ تشكل الطبقة الخارجية منها أصلب مادة في جسم الإنسان ، ويتكون لب الأسنان من مادة لينة تشتمل على أعصاب وأوردة دموية . وتتصل الأسنان بالفكين العلوي والسفلي .

ويبلغ عدد الأسنان عند الإنسان ٣٢ سنا . تنمو خلال السنة الأولى إلى السنة الثالثة عشرة . ووجودها في فم المتحدث مهم لإخراج بعض الأصوات من محارحها

الصحيحة . إلا أن القواطع أكثرها أهمية ، حيث تخرج كثيرا من الأصوات اللعوية .
فعندما تنتهي الشفة السفلى بالقواطع العليا يخرج للصوت /ف/ . وتخرج الأصوات
/ث/ ، /ڤ/ ، /ط/ نتيجة لوقوع مقم للسان بين القواطع العليا والسفلى .

٣ . ٢ . ٤ . ٣ . للسان Tongue

اللسان من أهم أعضاء النطق في الجهاز الصوتي . يل إلى الإتصال لطلق اللسان
على اللغة . فجعلت للغة ممثلة للسان ، رغم أن مقرها الدماغ وما الجهاز الصوتي
بكامله إلا وسيلة من وسائل إيرادها . فنقول في العربية لسانه عربي أي أن لغته
عربية ، ويقال في الإنجليزية mother tongue أي اللغة الأم أو لغته الأولى . وفي
الفرنسية الكلمة languc تعني اللغة واللسان في الوقت نفسه . ولا نعجب من ذلك إذ
ما علمنا ما للسان من دور في نطق الأصوات اللغوية .

واللسان يحتل حيزا كبيرا داخل التجويف الفموي إضافة إلى وجود جزء منه فسي
التجويف الحلقوي . ويتكون من مجموعة من العضلات تجعل من الممكن تحريكه أو
تحريك جزء منه لإخراج أصوات تمتد من الثنايا كما في الصوت /ث/ إلى اللهاة كما
في الصوت /ح/ . وكما يبين الشكل ٣ . ١ . فإنه يمكن تقسيم اللسان إلى عدة أجزاء
منها : طرف اللسان tip ، مقدم للسان front ، وسط للسان center ، مؤخر للسان

back ، حدر للسان root^٦ . ويقابل للسان أعضاء أخرى من الجهاز الصوتي ، فهو لا يعمل بمفرده ، فعلى سبيل المثال ، يقابل طرف للسان الثنايا ، ويقابل مؤخر اللسان الحنك اللين .

ويحتل اللسان جزءا كبيرا من التجويف الفموي والتجويف الحلقى إذ يمتد من خلف الثنايا إلى أعلى التجويف الحلقى إلى وسط التجويف الحلقى . وهو متصل بالحنك السفلي ومرتبطة بحركته . أي أن انخفاض للحنك السفلي أو ارتفاعه يؤديان إلى انخفاض اللسان أو ارتفاعه ، على التوالي .

ويتحكم في شكل اللسان أربع عضلات على شكل نسجة داخل جسم اللسان ، تقوم هذه العضلات ببسطه أو صممه أو رفعه أو خفضه . هذه العضلات يمكنها بالتسويق فيما بينها من رفع أجزاء من اللسان مع الإبقاء على بقية اللسان منخفضة ، كما هي الحال عند نطق الصوت / م / . إذ ترتفع الحافتان الجانبيتان للسان ويبقى وسط اللسان معبرا ضيقا للهواء ليخرج من الفم .

^٦ هذا التقسيم للسان والحنك تقسيم اعتباطي . أي أنه لا يوجد حد فاصل واضح بين جزء واحد ولكن نوصف هو اصل تقريبية بين هذه الأجزاء ليسهل التعرف على مخارج الأصوات ونبراتها

٣ . ٢ . ٤ . ٤ . الحنك Palate

الحنك هو سقف التجويف الفموي وأرضية التجويف الأنفي . ويمتد من أصول
الثنايا العليا إلى اللهاة حيث تقع نهاية التجويف الفموي والأنفي ويبدأ التجويف الحلقى
وينقسم الحنك إلى قسمين : الأول ، الحنك الصلب hard palate ، والثاني .
الحنك اللين soft palate . والحنك الصلب يقع في مقدمة التجويف الفموي . إذ يمتد
من اللثة alveolar والتي يخرج منها الصوت /ت/ ، إلى نهاية العار palate وهي
المنطقة المقعرة من الحنك حيث ينطق الصوت /ي/ . بينما يقع الحنك اللين في مؤخرة
التجويف الفموي . وينتهي الحنك اللين باللهاة . وهي الجسم الذي يبدو متدلّيا في نهاية
الفم عند فتحه والنظر للمرأة .

وقد سبق أن ذكرنا إحدى الوظائف الصوتية للحنك اللين ، وهي عمله كحواية قفل
للفتحة الحنكفية . كما أنه يقابل اللسان لإخراج الصوت /ك/ أما اللهاة فتخرج منها
الأصوات /خ/ ، /غ/ ، /ق/ .

٣ . ٢ . ٤ . الفك الأسفل Mandible

يساعد الفك الأسفل في زيادة أو إنقاص حجم التجويف الفموي . فعند نطق صوت
مثل الألف يرى انحناء الفك السفلي بينما يرتفع عند نطق صوت مثل /ي/ . وهكذا
لبقية الأصوات مع تفاوت في درجة انحناء الفك الأسفل حسب حاجة الصوت لذلك

٣.٣. الخلاصة

الجهاز الصوتي عند الإنسان عبارة عن تجاويف أو أنابيب بها أعضاء تعترض مسار الهواء الخارج من الرئتين فتحدث أصواتا مختلفة . ويعتمد الجهاز الصوتي في معظم اللغات على الجهاز التنفسي كمصدر للطاقة .

تمثل الحنجرة مصدر للتردد الأساس لغالبية الأصوات للعوية كونهما تحوي الرقيقتين الصوتيتين . بينما تقوم التجاويف الثلاثة الأخرى - الحلقى ، والأنفى ، والفموي - بما تحويه من أعضاء - بالتأثير على التردد الأساس الصادر عن الرقيقتين الصوتيتين . فنتمكن من إخراج أصوات عديدة ومتباينة. وهناك أصوات لعوية لا تعتمد على الرقيقتين الصوتيتين لإخراجها ، وإنما تعتمد على وضع أعضاء النطق الأخرى كاللسان والشفيتين التي تعترض انسياب الهواء مولدة ترددات صوتية . وهذا ما يحدث أثناء نطق الأصوات المهموسة .

٤. أصوات العربية

قبل أن نتحدث عما كتبه للقاضي عن أصوات اللغة العربية في الفصل الخامس ،
بعده من المناسب أن نبدأ بتعريف للأصوات اللغوية وصفاتها من المنظور التجريبي
الحديث، ولنعتر ذلك مدخلاً للدراسات الأصواتية العربية القديمة في الفصل التالي .

٤.١ . الخصائص الأصواتية للأصوات اللغوية

كان الحديث في الفصل السابق عن الصوتيات اللغوية بما في ذلك الجهر
الصوتي عند الإنسان ، والكيفية التي تخرج بها الأصوات اللغوية . وسنعمد في هذا
الفصل على ما ذكر في الفصل السابق من وصف للجهاز الصوتي والأعضاء الصوتية
المكونة له لكي نقدم للخصائص الصوتية للأصوات اللغوية مقتصرين في ذلك على
أصوات اللغة العربية ما أمكن .

وقد يكون من المناسب هنا أن نوضح التقسيم الفونولوجي للأصوات اللغوية .
فأصوات اللغوية تنقسم إلى قسمين رئيسيين : الأول ، الصوامت consonants ،
والثاني ، الصوائت vowels . فالصوامت مثل: /ب/ ، /ت/ ، /ث/ ، /ج/ ... ،
أما الصوائت في اللغة العربية فهي: الفتحة / — / ، والضممة / — / ،
والكسرة / — / ، والفتحة الطويلة أو الألف / — / وهي ألف مسبوقة بفتحة ،
والضمة الطويلة / — / وهي ولو مسبوقة بضمة ، والكسرة الطويلة / —

وهي ياء مسبوقة بكسرة^١ . والفرق الأساس بين الصوامت والصوائت هو أن الأولى يصاحبها تقارب بين عضوي نطق^٢ مما يؤدي إلى وقف تلم للهواء الخارج من الرنتين أو اضطراب فيه ، أما الصوائت فإن درجة اقتراب عضوي النطق من بعضهما أقل من ذلك الحاصل في نطق للصوامت .

وحتى يكون هناك حروف تمكّن اللغويين - بغض النظر عن لغاتهم - من التعرف على الأصوات اللغوية فقد وضعت المنظمة العالمية للصوتيات International Phonetic Association رموزاً لجميع الأصوات في اللغات البشرية كافة وتسمى الأبجدية الصوتية العالمية International Phonetic Alphabet والمعروفة اختصاراً بـ IPA ، ويبين الجدولان ٤.١ - ٤.٢ بعضاً من هذه الرموز .

وللواو "و" والياء "ي" وضع خاص في الخط العربي . إذ أنهما يكوّنان صامتتين أو صائتين عند الكتابة بالخط العربي . إلا أنهما من الناحية الصوتية ، صامتتين إذا وقعا في بداية الكلمة أو بداية المقطع Syllable ، مثل /ي/ في "يوم" ، و /و/ في "ورد" ،

نستخدم في كتابتنا باللغة العربية "و" ، "ي" للدلالة على الصوائت الطويلة (إلا أننا نستخدم الرمزين "و" ، "ي" للدلالة على الصوامت وليس على الصوائت ، في هذا الكتاب . ونطرح لأن الصوائت الطويلة صعبت الصوائت القصيرة رأينا أن هذه الرموز مناسبة للدلالة على الصوائت الطويلة ،

^١ كاللحمى والحك أو الشعة السفلى والعلوى .

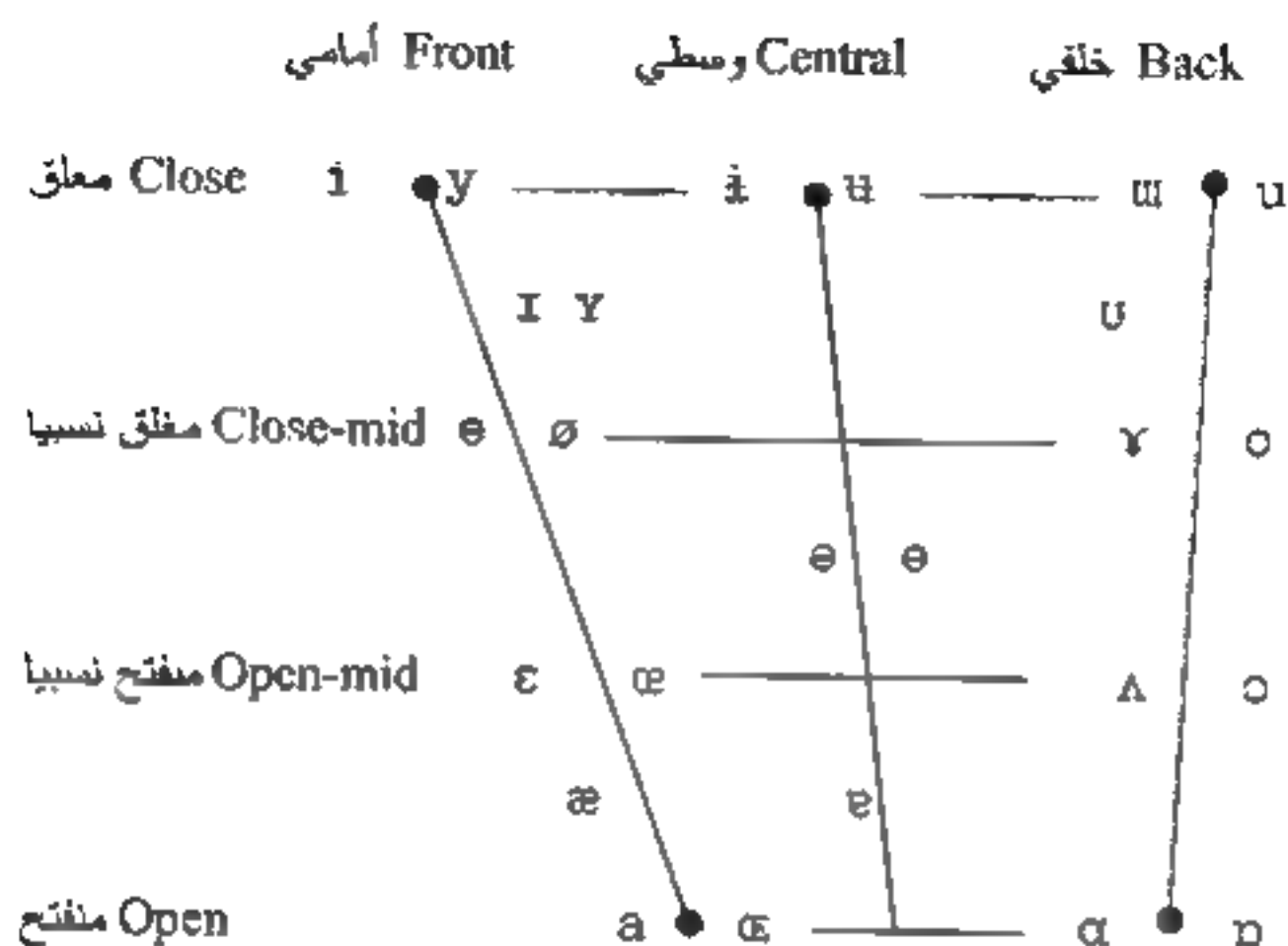
وصاتين :١١ سبفا بحركة من نفس الجنس^٢ . والجدول ٤ . ٣ . يبين تصنيف أصوات
اللغة العربية الفصحى المعاصرة .

^٢ صممة قبل اللول وكسرة قبل الباء .

	Al-labial	Labio-dental	Dental	Alveolar	Post-alveolar	Retracted	Palatal	Velar	Pharyngeal	Glottal
Stop	p b			t d			t d c ʒ	k g q ɢ		ʔ
Nasal	m	ɱ		n			ɲ	ŋ		
Trill	ʙ			r				ʀ		
Tap Flap				ɾ			ɽ			
Fricative	ɸ β	f v	θ ð	s z	ʃ ʒ		ç ʝ	x ɣ	ħ ʕ	h ɦ
Lateral fricative				ɬ ɮ						
Approximant		ʋ		ɹ			ɻ j	ɰ		
Lateral approximant				l			ɭ	ʎ		
Rective stop	pʰ			tʰ			tʰ cʰ	kʰ q		
Implosive	ɓ			ɗ				ɠ		

الجدول ٤. ١

جدول للرموز الأصواتية العالمية للصوامت .



الجدول ٤ ، ٢ .

حصول الرموز الأصواتية العالمية للصوائت .

٤. ١. ١. ٤. الصوامت

يستخدم اللعويون ثلاثة معايير لإعطاء وصف دقيق للصوامت ، وهذه المعايير

هي :

٤. ١. ١. ١. ٤. مصدر الطاقة

ذكرنا في الفصل السابق أن مصادر طاقة الجهاز الصوتي ثلاثة هي :

١. رئوي

٢. حنجري

٣. طبقي

وبناء عليه فالصوت اللعوي إما أن يكون رئويا ، أو حنجريا أو طبقيا . وحيث إن جميع الأصوات العربية رئوية ، فستعمل الأصوات الحنجرية والأصوات الطبقيّة والتي توجد في لغات بعض القبائل الأفريقية أو للهندية الأمريكية .

	Bilabial شفتي	Labiodental شفتي تسمي	Interdental بين أسناني	Alveodental أسناني لاسني	Alveopalatal غاري لثوي	Palatal لثوي	Velar خيشي	Labio-velar شفتي طعري	Glottal تهوي	Pharyngeal حلق	Uvular حنجرى
Mute صامت	p ب			D د							
Stop قف	b پ			t ت			k ك		q ق		ʔ هـ
Emphatic Stop قف عظيم				صو كة طاء							
Fricative رطب		f ف	z ز ث ث	h هـ	خ خ				χ χ ʕ ʔ	ħ ح ʕ ʔ	h هـ
Emphatic Fricative رطب عظيم			ط ط	صو كة							
Affricate مركب					dʒ ج						
Glottal جواني						ʕ ل		ʕ ʔ			
lateral جانبى				l ل							
Trill تكرري				r ر							

الجدول ٤. ٣.

أصوات العربية الفصحى المعاصرة ، الأصوات المجهورة تقع على يمين العمود بينما تقع المهموسة على يساره (* تعني مفهم شديد ، ** تعني مفهم رحو) .

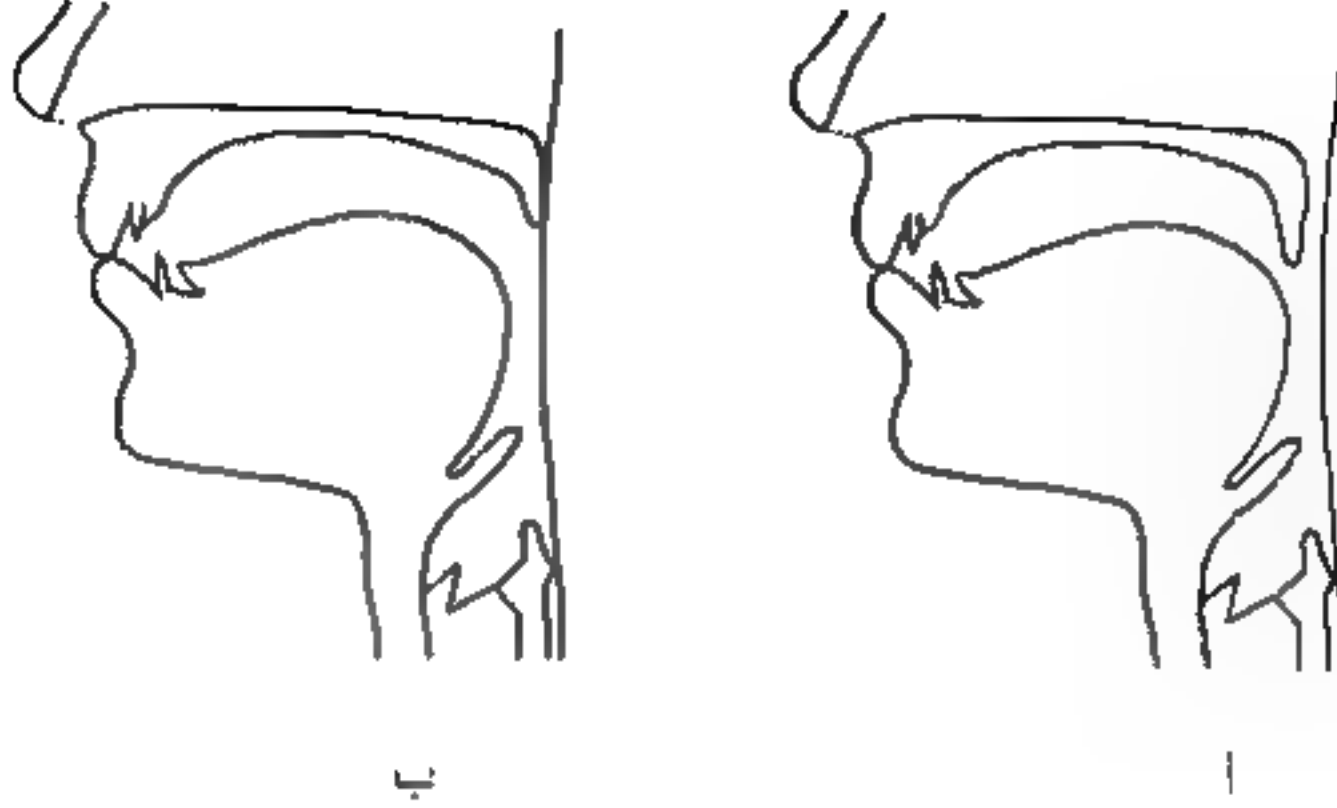
٤ . ١ . ١ . ٢ . مخرج الصوت

يمكن أن يقع مخرج الصوت في أي مكان من للجهاز الصوتي يكون فيه على أقل عَصو صوتي متحرك بدءاً بالشفقتين و انتهاء بالرفيقتين للصوتيتين . ويوصف الصوت باسم المكان الذي يخرج منه .

وسيداً بالشفقتين لنتهي بالحجرة في دراستنا لمخارج أصوات العربية ، وما ذلك إلا لتيسير الأمر على الدارس ؛ إذ من الممكن الإحساس بالأعضاء الخارجية للطق كالشفقتين بينما نجد صعوبة في الإحساس بحركة الأعضاء البعيدة في الحلق والحنجرة . وبذلك يكون تصنيف أصوات اللغة العربية بناء على مخارجها كالتالي :

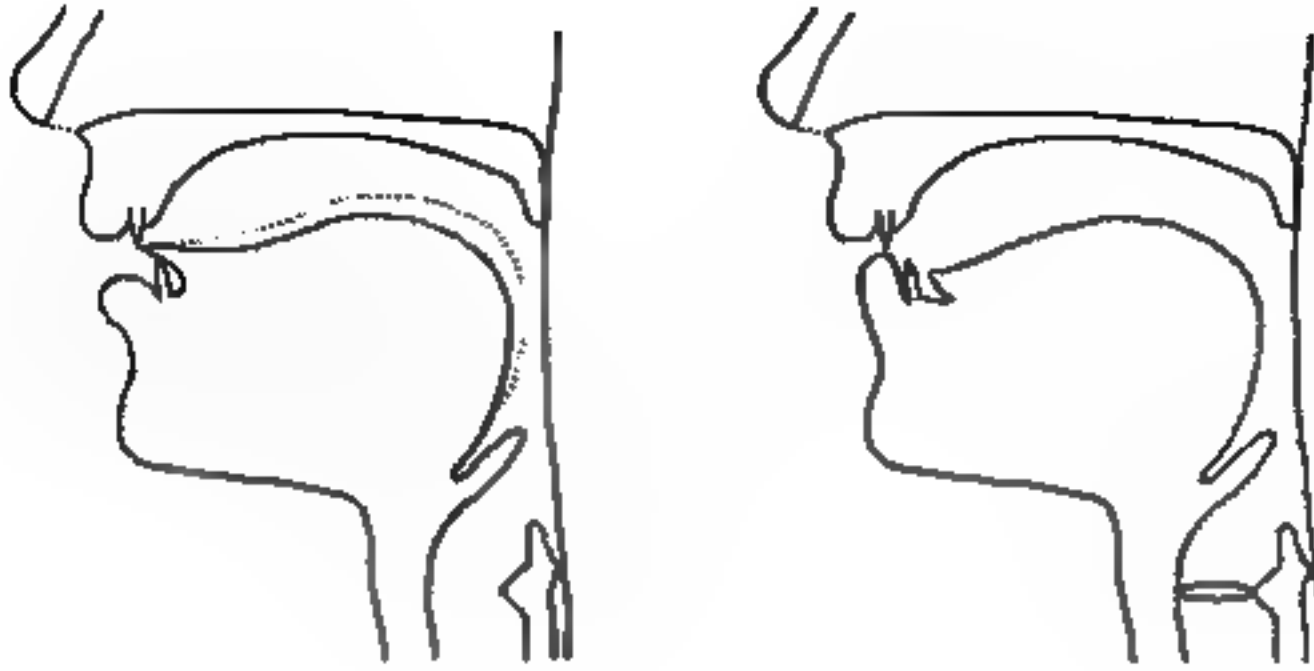
أ . الأصوات الشفطية **bilabial sounds** . وهي التي تخرج من بين الشفتين .

ويوجد في العربية صوتان هما /م/ (الشكل ٤ . ١ . أ) ، و /ب/ (الشكل ٤ . ١ . ب) .



الشكل ١ . ١ .

- (أ) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /م/ .
 - (ب) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ب/ .
- لاحظ أن الفرق بين الشكليين هو في وضع فتحة الحنكخلفية التي تفصل بين التجويفين الأنفي والحلقوي .

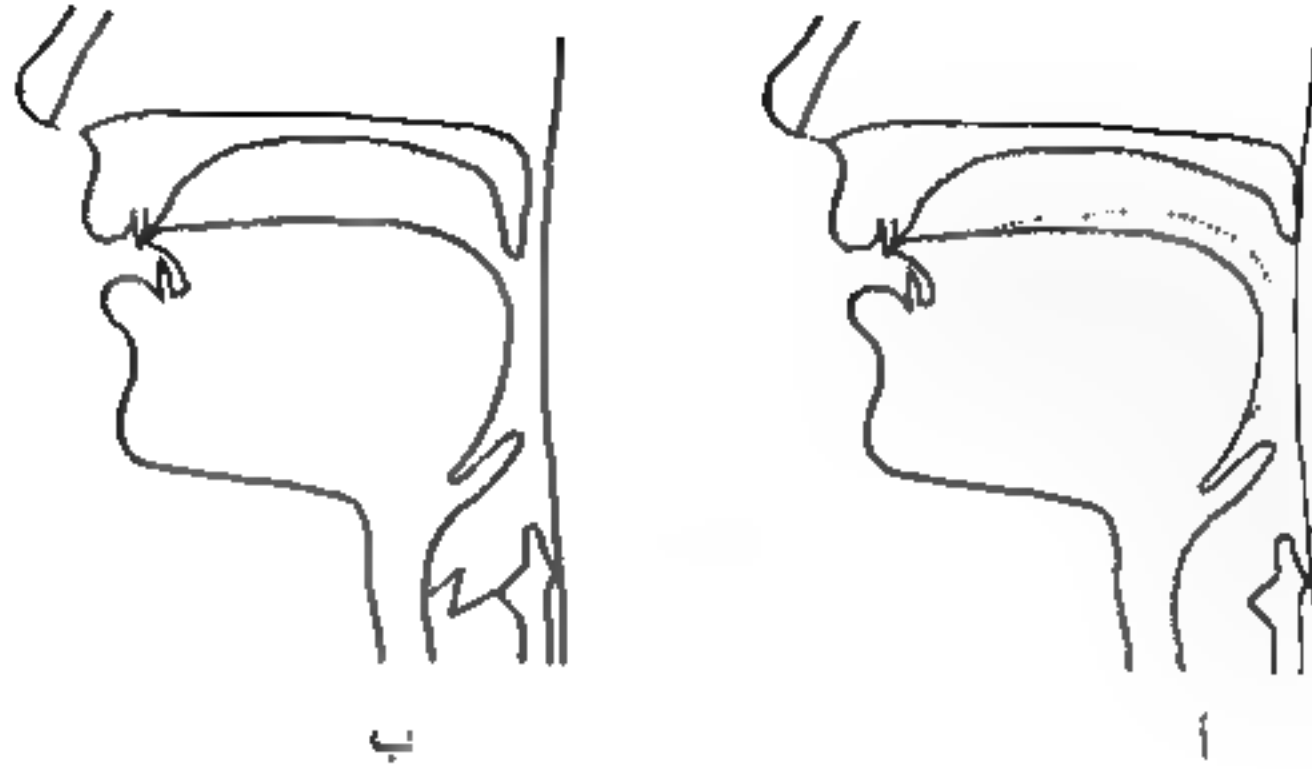


ب

أ

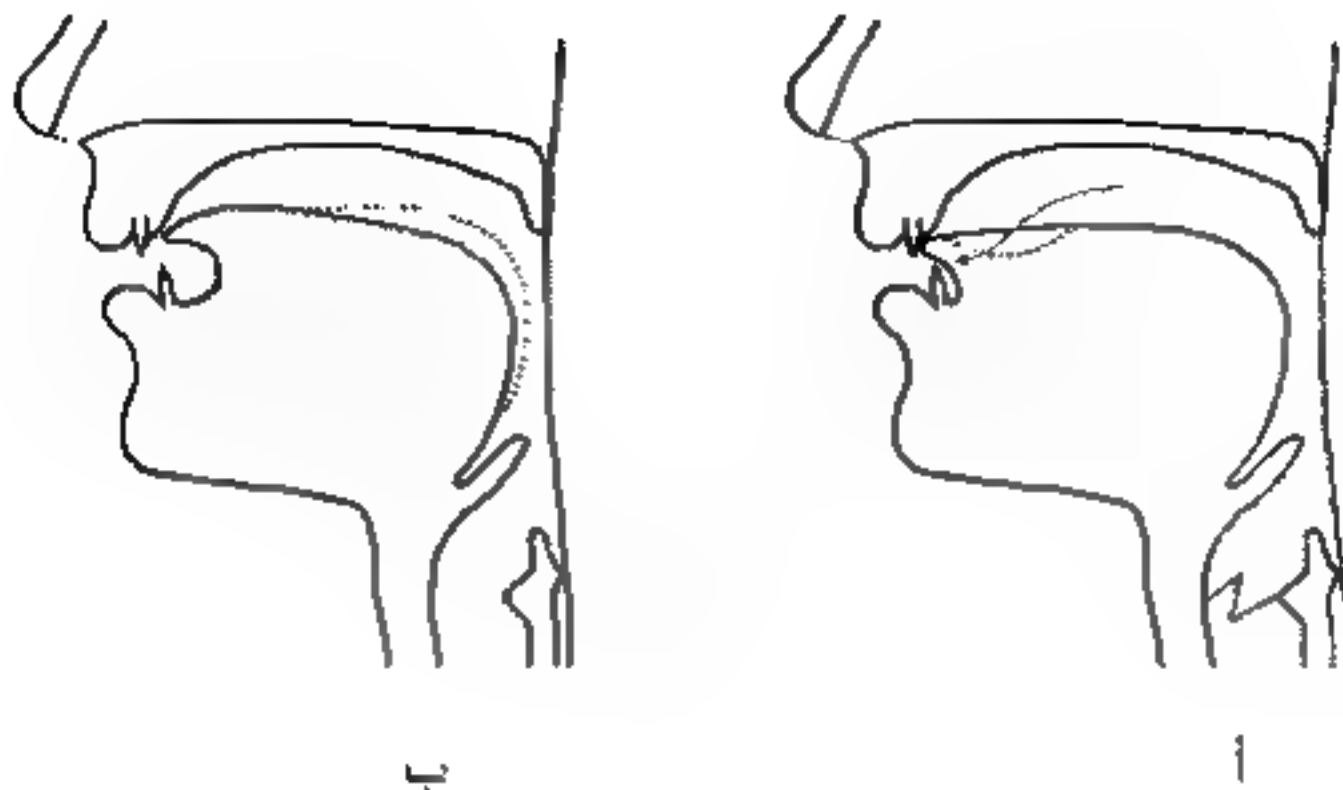
الشكل ٤ . ٢ .

- (أ) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ف/ .
 (ب) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ث/ ، /ذ/ ، /ط/ . الخط
 المنقطع يمثل وضع اللسان أثناء نطق /ط/ . تتجذب الرقبتان
 الصوتيتان عند نطق /ذ/ ، /ط/ ولا تتجذبان عند نطق /ث/ .



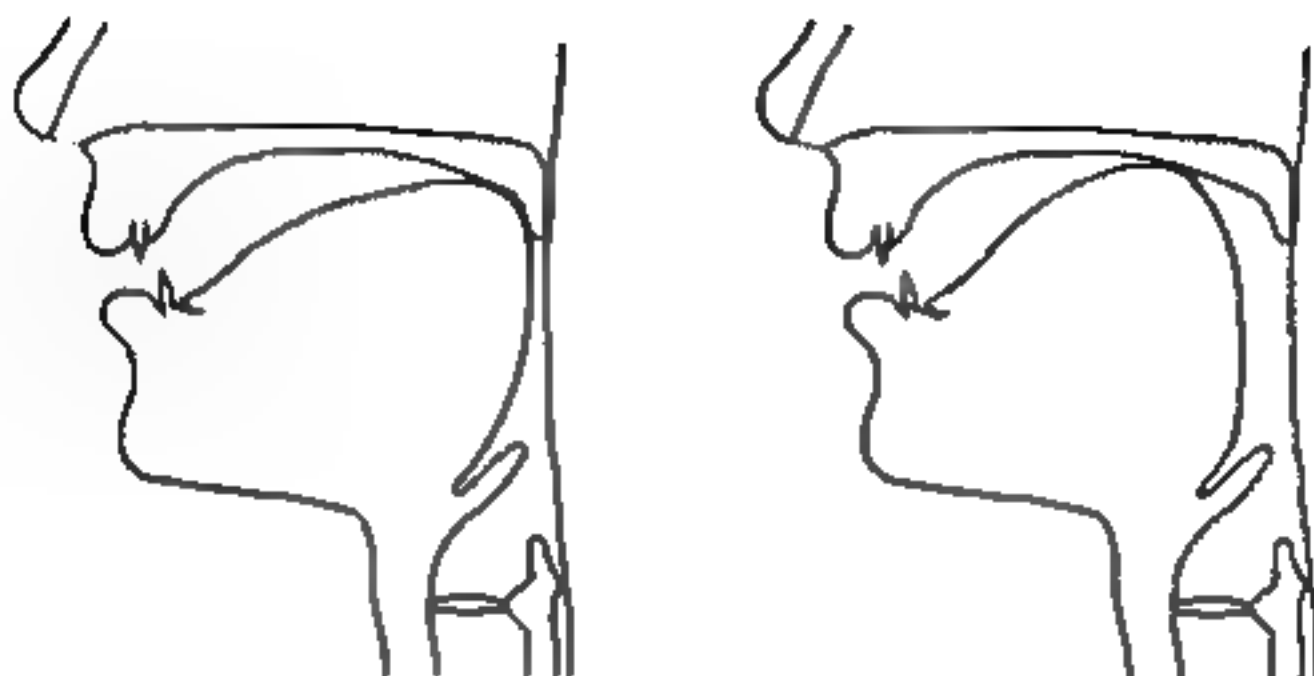
الشكل ٤ . ٣ .

- (أ) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /د/ ، /ت/ ، /ر/ ، /ط/ ، /ض/ .
 الخط المنقطع يمثل وضع اللسان أثناء نطق الصوتين المطبقين :
 /ط/ ، /ض/ . تتنذب الرقيقتان للصوتين في الأصوات /د/ ،
 /ض/ ، /ر/ ، ولا تتنذبان عند نطق /ت/ ، /ط/ .
 (ب) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ن/ .



الشكل ٤ . ٤ .

- (أ) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ق/ .
 (ب) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ج/ ، /ز/ ، /س/ .
 الخط المتقطع يمثل وضع اللسان أثناء نطق /ص/ .

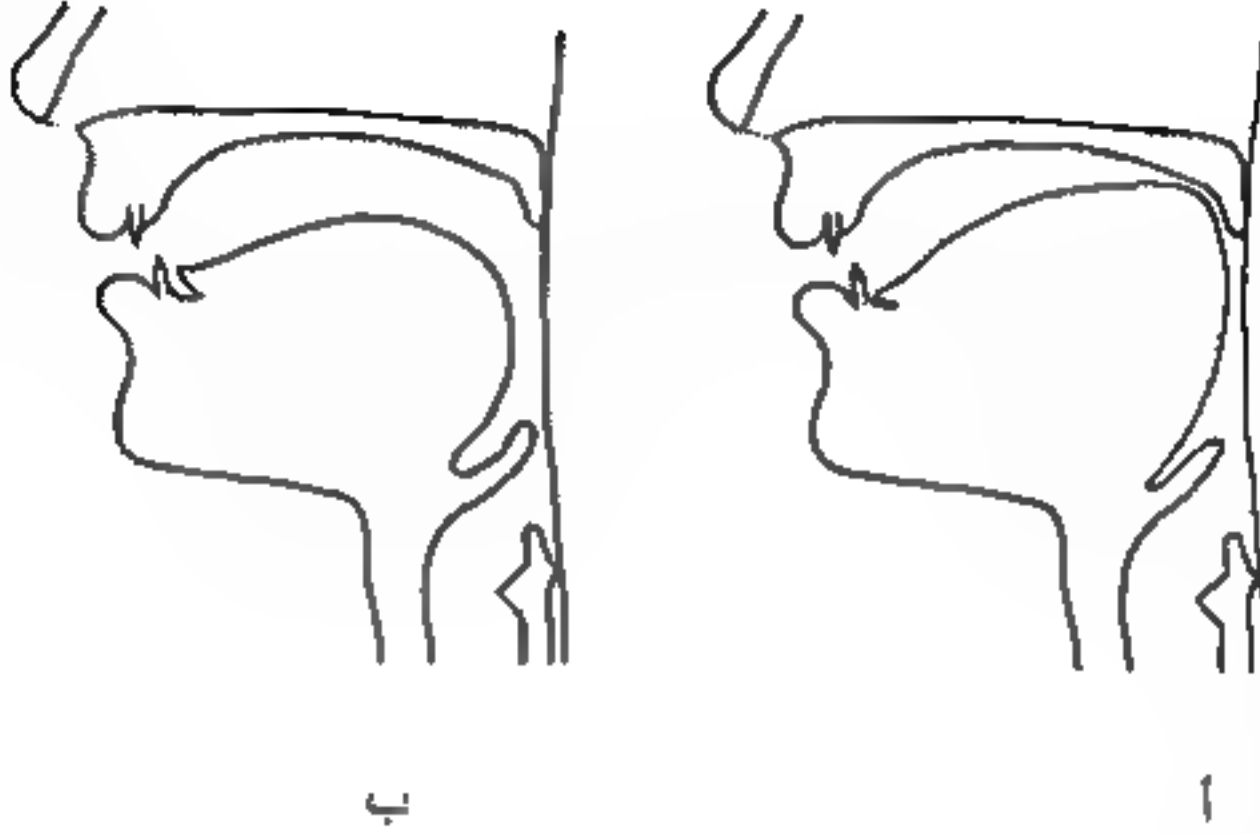


ب

أ

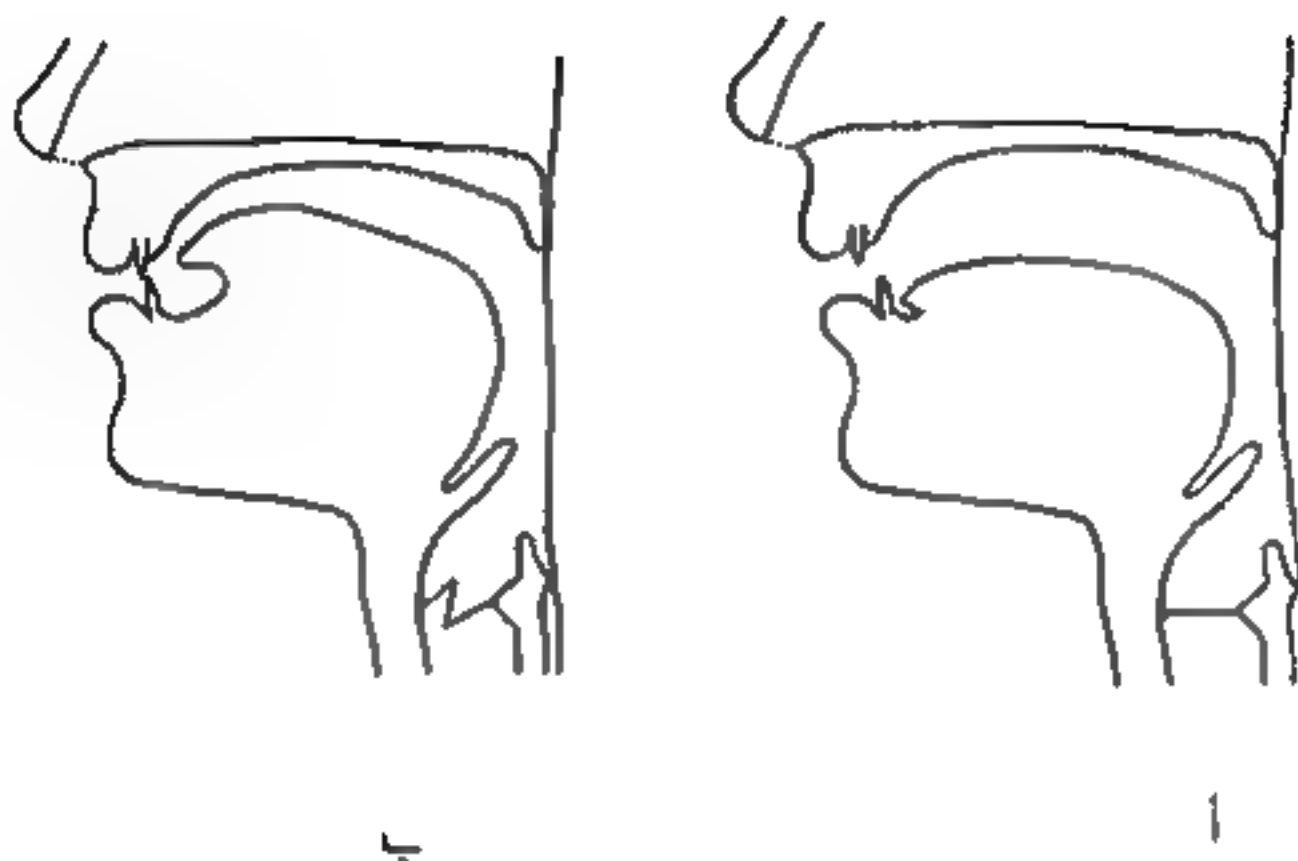
الشكل ٤ . ٦ .

- (أ) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ك/ .
- (ب) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ق/ .



الشكل ٤ . ٧ .

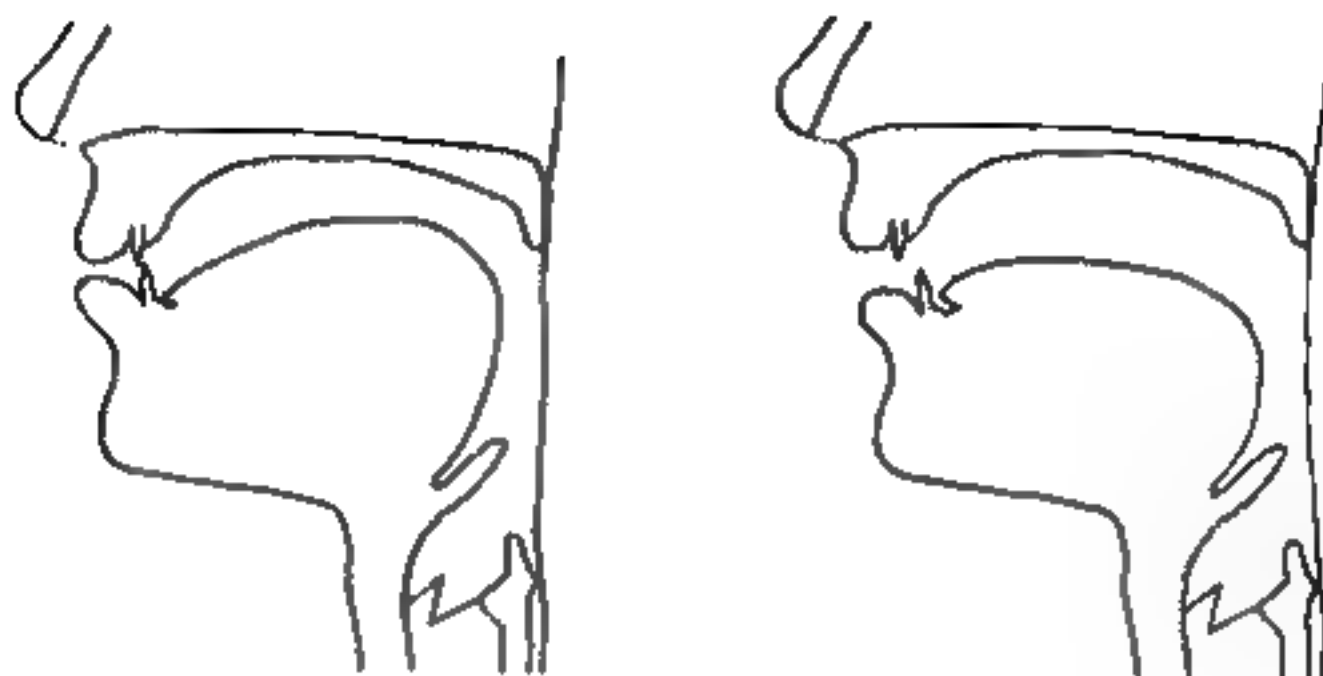
- (أ) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /خ/ ، /ع/ . تتذبذب الرقبتان الصوتيتان في /خ/ ولا تتذبذبان في /ع/ .
- (ب) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ح/ ، /ع/ . تتذبذب الرقبتان الصوتيتان عند نطق /ع/ ولا تتذبذبان عند نطق /ح/ .



الشكل ٤ . ٨ .

(أ) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /ء/ ، /هـ/ ، والفرق بينهما يكمن في وضع الرقيقتين الصوتيتين ؛ إذ تتخلقان تمامًا أثناء نطق الهمزة بينما تسمحان بمرور الهواء بينهما عند نطق الهاء .

(ب) وضع الجهاز للصوتي أثناء نطق /ـ/ .



ب

أ

الشكل ٤ . ٩ .

- (أ) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /—/ .
- (ب) وضع الجهاز الصوتي أثناء نطق /—/ .

ب. الأصوات الشفوية labiodental sounds . وتخرج من بين الشفايا العليا والشفة السفلى . ويخرج في العربية صوت واحد هو /ف/ (الشكل ٤ . ٢ . أ) .

ج. الأصوات اللبينية interdental sounds . وهي الأصوات التي تخرج من بين اللبنا العليا وطرف اللسان ، وهي : /ث/ ، /ذ/ ، /ظ/ (الشكل ٤ . ٢ . ب) .

د. الأصوات اللثوية alveo-dental sounds . وتخرج من بين أصول الشفايا وما يليها من اللثة وطرف أو مقدم اللسان . ويخرج من هذا المخرج /ت/ ، /ط/ ، /د/ ، /ن/ ، /ض/ ، /ل/ ، /ر/ ، /س/ ، /ز/ ، /ص/ (الشكلان ٤ . ٣ . و ٤ . ٤) .

هـ. الأصوات الفارثوية palato-alveolar . هي الأصوات التي تخرج من بين العار واللثة مع مقدم اللسان ، وهي : /ي/ ، /ش/ ، /ج/ (الشكل ٤ . ٥) .

و. الأصوات الطبقية velar sounds . وهي الأصوات التي تخرج من بين الحنك اللين ومؤخر اللسان . ويخرج منها في العربية /ك/ (الشكل ٤ . ٦ . أ) .

ر. الأصوات اللهوية **uvular sounds** . وهي المنطقة الواقعة بين اللهاة ومؤخر
اللسان ويخرج منها الأصوات التالية : /ق/ ، /خ/ ، /ع/ (الشكلان ٤ . ٦ . ب . و . ٤ .
٧ . أ).

ح. الأصوات الحلقية **pharyngeal sounds** . الأصوات الحلقية التي تخرج من
الحلق هي /ح/ ، /ع/ (الشكل ٤ . ٧ . ب .) . ويخرج هذان الصوتان عندما يقارب
لسان المرمر الجدار الحلقى فيقع مخرجهما بين لسان المرمر والجدار الحلقى .

ط. الأصوات الحنجرية **glottal sounds** يخرج من الحنجرة صوتان /ء/ ، /هـ/ـ
(الشكل ٤ . ٨ . أ .) ومخرج هذين الصوتين المزمار وهو الفتحة الواقعة بين
الرفقتين الصوتيتين.

وهناك أصوات تشترك في أكثر من مخرج . هي اللمة العربية الصوت /و/ الذي
يمكن وصفه بأنه شفثاني وأيضاً طبقي في الوقت نفسه . أما كونه شفثاني فذلك
لأنه لا يستره الشفتان أثناء نطقه ، وأما كونه طبقي فذلك لارتفاع مؤخر اللسان وقربه من
سقف النبل .

من ثم يتضح أن هناك عدة مخارج ولكل صوت مخرج نستطيع أن نميزه به .
فالفرق بين /د/ ، /ب/ ، على سبيل المثال ، هو أن الأول لتوأسفاني أما الآخر

وَشُعْنَانِي . إلا أن مكان إخراج الصوت place of articulation ليس كافياً لتمييز جميع الأصوات اللغوية . فـصوتان كـ /م/ ، /ب/ يخرجان من مكان واحد . ويحتاج إلى صفات أخرى تميز الأصوات ذات المخرج الواحد عن بعضها البعض وهذا يأتي دور كيفية النطق .

٤ . ١ . ١ . ٣ . كيفية النطق Manner of Articulation

يمكن أن تخرج عدة أصوات من مخرج واحد ، ولكن بطرق مختلفة . ففي العربية ، على سبيل المثال ، عشرة أصوات تخرج جميعها من مخرج واحد وهو اللسان . ولكنها أصوات مختلفة ولكل منها طريقة مختلفة في النطق . ومن ثم فإنه يمكن تصنيف الأصوات حسب طريقة نطقها إلى الفئات التالية :

أ . أصوات مجهورة voiced . هي الأصوات التي تكون فيها الرقبتان الصوتيتان متقاربتين لدرجة تسمح بتدببهما . والأصوات المجهورة هي اللغة العربية هي : جميع الأصوات إضافة إلى الصوامت التالية /ب/ ، /م/ ، /د/ ، /ظ/ ، /ز/ ، /ر/ ، /ذ/ ، /ز/ ، /إ/ ، /ص/ ، /ل/ ، /ي/ ، /و/ ، /ج/ ، /خ/ ، /ع/ .

ب. أصوات مهموسة **voiceless** . هي الأصوات التي تكون فيها الرقبتان الصوتيتان متباعدتين لدرجة لا تسمح بتنبذهما . والأصوات المهموسة في العربية هي : /ف/ ، /ث/ ، /ت/ ، /س/ ، /ص/ ، /ط/ ، /ش/ ، /ك/ ، /ق/ ، /خ/ ، /ح/ ، /هـ/ ، /ء/ ، أي جميع الأصوات ماعدا الأصوات المجهورة .

ج. وقفية **stops** . وهي الأصوات التي ينفلق فيها مجرى الهواء تماما داخل الفم . فإثناء نطق هذه الأصوات تقوم الشفتان أو اللسان بعلق مجرى الهواء داخل الفم مما يؤدي إلى منع خروج الهواء من الفم . وهناك نوعان من الأصوات الوقفية :
الأول : وقفية أنفية **nasal stops** . وهي الأصوات التي يمنع فيها الهواء من الخروج عبر الفم ولكنه يخرج من الأنف عن طريق الفتحة الحنكحلقية . وفي العربية صوتان هما /م/ ، /ن/ .

الثاني : وقفية فموية **oral stops** . هي الأصوات التي لا يخرج فيها الهواء من الأنف ولا من الفم . أي يمنع الهواء من الخروج عبر الجهاز الصوتي . فتعلق فتحة الحنكحلقية بالحنك اللين ، وينلق مجرى الهواء داخل الفم إما باللسان أو بالشفتين . أو أن يمنع خروج الهواء عبر المزمار فتطلق الرقبتان الصوتيتان كما هي الحال في الهمزة . والأصوات الوقفية الفموية في اللغة العربية هي :
/ب/ ، /ت/ ، /د/ ، /ط/ ، /ص/ ، /ك/ ، /ق/ ، /ء/ .

ورغم أن الأصوات الوقفية لها هذان التقسيمان إلا أنه غالباً ما يشار في كتب الصوتيات إلى الأصوات الوقفية الأنغية بـ "الأصوات الأنغية" والأصوات الوقفية المعنوية بـ "الأصوات الوقفية". وللاختصار والتلخيص ما هو مذكور في هذا الكتاب وكتب الصوتيات الأخرى فإننا سنستخدم المصطلحين "أصوات أنغية" و "أصوات وقفية / شديدة" بدلاً من "أصوات وقفية أنغية" و "أصوات وقفية معنوية" على التوالي .

د . احتكاكية **fricatives** . هي الأصوات التي يتقارب فيها عصفوان نطقيان لدرجة تسمح باضطراب الهواء المار بينهما . وهذا شبيه بالصوت الناتج عن مرور هواء مضغوط عبر فتحة ضيقة ، إذ يضطرب الهواء فيولد صوتاً والأصوات العربية الاحتكاكية هي : /ف/ ، /ث/ ، /ظ/ ، /ذ/ ، /س/ ، /ص/ ، /ز/ ، /ش/ ، /خ/ ، /ع/ ، /ح/ ، /ع/ ، /هـ/ ، وأطلقنا على هذا النوع من الأصوات صفة الأصوات الرخوة لتتوافق مع ما ورد في كتب التراث العربي .

هـ . مركبة **affricates** . هذا النوع من الأصوات عبارة عن صوت وقفي / شديد متنوع بصوت لحتكاكي / رخو من المخرج نفسه . وليس في اللغة العربية أصوات مركب ، غير أنه ظهر في بعض اللهجات المعاصرة ، فتجد في صوت الجيم في

بهجة نجد . ويبدو أنه أقرب الأصوات العربية المعاصرة للجيم القديمة ؛ فذلك ذهب كثير من الأصواتيون إلى وصفه بالصوت العربي المعاصر الفصيح للجيم .

و. التفخيم pharyngealization

توجد أصوات في اللغة العربية يصاحبها أثناء نطقها ارتفاع لمؤخر اللسان إضافة لاقترابه من جدار الحلق . وهناك تباين في تسمية هذه الخاصية فمن الباحثين من سماها إطباقاً ومنهم من سماها استعلاء . وحتى المصطلح الإنجليزي لا يعبر بدقة عما يجري أثناء نطق هذه الأصوات فكلمة pharyngealization تعني "تحليق" أي اقتراب مؤخر اللسان من الجدار الحلقى . بينما الذي يحدث أثناء نطق هذه الأصوات العربية هو ارتفاع مؤخر اللسان velarization إضافة إلى التحليق . ولقد وجد الباحثون الذين استخدموا الأشعة السينية لعمل دراسات عن أصوات العربية أن مؤخر اللسان دائماً يقترب من الجدار الحلقى إلا أنه لا يرتقي دائماً ؛ لذلك رأيت أن استخدم رمز ' التحليق ' في الجدول ٥ . وحيث إنني قد استخدمت مصطلح الإطباق للدلالة على صوت /ك/ إضافة إلى للدلالة على آلية الإطباق ، فإني أرى أن كلمة تفخيم هي مناسبة . والأصوات المفخمة في العربية هي : /ظ/ ، /ط/ ، /ص/ ، /ض/ ، إضافة إلى صوت اللام في لفظ الجلالة .

ز. تكرارية **trills** . وهي الأصوات التي يتكرر فيها اتصال عَصو نطق بعَصو نطق
حر أكثر من مرة . فهي حالة نطق صوت /ر/ وهو صوت تكراري متصل
طرف اللسان باللثة لوقت قصير عشرين مائتانية^٤ تقريبا مشكلا حركة شبيهة
بعملية الوقف المصاحبة لنطق /د/ ثم ينفصل عن اللثة عائدا إلى وضعه الطبيعي ثم
يعود إلى الاتصال باللثة مرة أخرى ، وهكذا . وكما هو مذكور فإن للصوت التكراري
الوحيد في العربية هو /ر/ .

ج. جانبية **laterals** . الأصوات الجانبية هي الأصوات التي يصاحبها وقف لمجرى
الهواء في وسط الفم مع السماح للهواء بالمرور عن طريق أحد جانبي اللسان أو
كليهما . وهذه الأصوات نوعان :

- أصوات جانبية تقاربية **lateral approximants** . وهي الأصوات التي
يكون فيها أحد جانبي اللسان أو كلاهما بعيدين عن الحنك لدرجة لا تسمح
بصدور اضطراب في الهواء الخارج من الفم . وللصوت العربي الذي له هذه
الصفة هو /ل/ .

- أصوات جانبية احتكاكية **lateral fricatives** . وهي الأصوات التي يكون
فيها أحد جانبي اللسان أو كلاهما قريبين من الحنك لدرجة تسمح بظهور

^٤ المائتانية وحدة رمزية تساوي واحد على الألف من الثانية .

اضطراب في الهواء . ولقد وصف اللغويون القدامى الضاد بهذه الصفة ،
وبهذا يكون /ص/ جلقبي احتكاكي معجم .

ط . أصوات تقاربية **approximants** . هي الأصوات التي يكون فيها تقارب بين
عصوي نطق ولكن ليس بالدرجة التي يتاح فيها للهواء للخروج لن يضطرب - كم
هي الحالة عند نطق الأصوات الاحتكاكية - فتكون بذلك بين الصوتيات والأصوات
الاحتكاكية / الرخوة . وهذه الأصوات نوعان :

- أصوات تقاربية جانبية **lateral approximants** . وهي التي ذكرناها
أعلاه تحت الأصوات الجانبية .

- أصوات تقاربية وسطية **central approximants** . وهي الأصوات
التقاربية التي يمر فيها الهواء الخارج من الرئتين من فوق وسط اللسان ،
والصوتان التقاربيان في اللغة العربية هما : /ي/ ، /و/ . فعند نطق /ي/
يقترب وسط اللسان من منطقة الحنك . أما في حالة /و/ فإن التقارب يكون في
موسمين ، الأول بين الشفتين ، والثاني بين الحنك اللين ومؤخر اللسان .

٤. ١. ٢. الصوتات

كما سبق أن ذكرنا فإن أصوات أية لغة بشرية تتكون من صوتائت وصوامت .
ويكون عدد الصوتائت أقل من عدد للصوامت . ففي العربية نجد ستة صوتائت وثمانية
وعشرين صامتاً ، وتتميز للصوات العربيه بخاصتتين :

الأمـد أو الكمية quantity

الكيفية quality .

فمن حيث الأمـد ، يكون للصائت إما طويلاً : / — / ، / — / ،
/ — / أو قصيراً : / — / ، / — / ، / — / . وهذا يعني أن أمـد
الصوات الطويلة أطول من أمـد الصوتائت للقصيرة . بمعنى آخر ، تبقى أعضاء
النطق في وضع واحد لفترة أطول عند نطق الصوتائت للطويلة منها عند نطق
الصوات القصيرة . فالفرق بين نطق الكلمتين : كَتَبَ وكَتَبَا أن الصائت الأول في
الكلمة الأولى قصير بينما نظيره في الكلمة الثانية طويل . ولدينا في العربية ثلاثة
صوات قصيرة يقابل كل واحد منها صائت طويل له تقريباً صفات الصائت القصير
نفسها ، أي ينطق بالطريقة نفسها تقريباً . فالكيفية هنا شبه ثابتة أما الأمـد فمتغير .
ويبلغ زمن الصوتائت الطويلة في اللغة العربية ضعف زمن الصوتائت القصيرة (٨٠
مليثانية للقصيرة و ١٦٠ مليثانية للطويلة) .

الحاصية الثانية هي الكيفية . هذه الحاصية ذات علاقة بشكل التجويف الفموي .
 إن الهواء الموجود داخل التجويف الفموي يستجيب لتذبذب الرقيقتين الصوتيتين بتوليد
 رنين harmonics . وهذا شبيه بالهواء في الصندوقين الخشبيين لأكتي العزف
 الموسيقيين . العود ، والقانون ، فالأوتار فيهما تقوم بتوليد التردد الأساس ، أما الهواء
 الموجود في الصندوقين فيولد الرنين . وقد تكون الأوتار واحدة وطريقة العزف عليها
 كذلك واحدة إلا أن الصوت الناتج لكل آلة مختلف ، والسبب في ذلك يعود لاختلاف
 شكل وحجم الصندوق الهوائي .

وهناك تجربة تدرس للطلاب في المراحل الأولى تبين تأثير حجم الهواء على
 درجة الرنين . وذلك بأحد كاسات متساوية الحجم ثم يوضع ماء بداخلها بنسب
 متفاوتة . وعند قرع حافة كل كأس فإنه يعطي رنيناً مختلفاً حسب كمية الهواء المتبقية
 داخله . وبالتالي فإنه كلما كان الهواء قليلاً كان الصوت حاداً .

ويحدث الأمر نفسه داخل التجويف الفموي . فذبذبة الرقيقتين الصوتيتين واحدة
 تقريباً عند نطق أي صائت ، إلا أن الاختلاف يكمن في شكل التجويف الفموي . فعند
 نطق الصائت / — / أو / — / يكون اللسان كله منخفضاً ، وهذا يجعل حجم
 الهواء . حل التجويف الفموي كبيراً . وعند نطق / — / أو / — / فإن مقدم
 اللسان يرتفع باتجاه الحنك بينما يظل الجزء المتبقي من اللسان في وضعه العادي . أما
 عند نطق / — / أو / — / فإن مؤخر اللسان يقترب من الحنك قليلاً بينما

بطل مقدم اللسان في وضعه العادي ، كما أن الشفتين تتشاركان في نطق هدير
الصائين وذلك باستدارتهما . وهكذا يتبين أن لوضع اللسان أهمية بالغة في تحديد
الصوائت . إذ يقوم بتحديد شكل وحجم للهواء داخل الفم وينتج عنه إخراج صوائت
مختلفة (الأشكال من ٤ . ٨ . ب . إلى ٤ . ٩ . ب .) .

ذكرنا أن الصوائت تصنف حسب مخرجها وطريقة نطقها . أم بالسببية
لصوائت فإنها تصنف بناء على وضع اللسان داخل الفم . فالصائت / — / يسمى
منخفضا low ، نظراً لانخفاض جسم اللسان . وللصائت / — / يسمى خلفي مدور
back rounded ، وذلك لأن مخرجه من مؤخر اللسان ويصاحبه تدور للشفيتين . أم
الصائت / — / فيطلق عليه أمامي front ، لأن مخرجه من مقدم اللسان .

ويمكن الجمع بين صائتين ، في الكلمة " بيت " /ب — ت / نجد أنه
تجوز صائتان في مقطع واحد . ويطلق عليهما صائت مزدوج في هذه الحالة أو
صائت ثنائي diphthong . ومن الأمثلة على الكلمات التي تعمل صوائت مزدوجة
في اللغة العربية : " سوف " /س — ف/ ، " فوق " /ف — ق/ ، "
حيف " /ح — ف/ .

ونظراً لظلة الصوائت في اللغة العربية فإن التفريق بينها لا يعد مشكلة لمتحدثيها لغة
أم أو لدارسيها من متحدثي اللغات الأخرى . إلا أن بعض اللهجات العربية قد اكتسبت
صوائتاً جديدة فتحوّلت للصوائت المزدوجة في كثير من اللهجات العربية إلى صائت

واحد بين الصائتين الأصليين . وعلى سبيل المثال فلن الصائت المزروح / — — /
قد تحول إلى صائت قريب من الصائت / — / إلا أن وضع مقدم اللسان أقل
ارتفاعاً ، ويرمز لهذا الصائت في الأبجدية العالمية بالرمز / ε / .

وتعد الصوائت إحدى المعينات التي تواجه الطلبة العرب الذين يدرسون لغة بها
صوائت كثيرة كالإنجليزية ، والفرنسية والسويدية . إذ إن لغة كالإنجليزية بها ما يعرف
من ١٥ صائناً تجعل الطالب يجد صعوبة في نطقها أو حتى التفريق بينها عند سماعه
إياها . ذلك لأن أدنى المتحدث العربي لم تتعودا سماع صوائت كثيرة ذات فروق في
كيفية نطقها . وفي الوقت نفسه ، يجد من يدرس اللغة العربية يجد صعوبة في التفريق بين
صوائتها التي تختلف في الأمد عندما لا يكون للتصنيف فونيمياً^٥ phonemic في
اللغة الأم .

٤ . ٢ . التضعيف Gemination

التضعيف هو نطق الصوت مرتين أو إعطاء الصوت أمداً أطول . وجميع أصوات
اللغة العربية لها حالتان في النطق : إما أن تكون قصيرة . أي تُعطى أمد صوت واحد

^٥ الأصوات الأساسية في اللغة والتي عد تعبيرها في الكلمة تعطي كلمة أخرى ذات معنى مختلف
تسمى phonemes . فالصامت /ب/ فونيم في العربية ، لأننا لو بدلناه في كلمة مثل "بار" بصامت
آخر /ع/ حصلنا على كلمة أخرى ذات معنى مختلف "عان" . بينما لو نطق أحداً الصامت /ب/ مثل
الصامت /p/ الموحود في اللغة الإنجليزية ، لما كانت هناك صعوبة في فهم الكلمة بأنها "بار"
ولذلك لا يعتبر /p/ جزءاً من الفونيمات العربية رغم أننا قد نطقه في بعض الكلمات مثل "كب" إذا لم
نقله .

أو ما عبر عنه القدماء بحركة واحدة ، وإما أن تكون طويلة ، وهي أن يكون أمدها مساوياً ضعف أمد نظيرها القصيرة . فالصامت /ل/ في الكلمة "علم" /ع — ل — م / صامت قصير ، بينما تجده في كلمة مثل "علم" /ع — ل — ل — م / صامتاً طويلاً . هذه الظاهرة تنطبق على جميع للصوامت والصوائت كما سبق ، فالتصعيب كما رأينا قوئياً في اللغة العربية .

٤ . ٣ . المقطع Syllable

عند تقطيع كلمة في اللغة العربية فإننا غالباً ما نجزئها إلى مقاطع . فالكلمة "كُتِبَ" ننطقها أثناء التهجئة /ك — / ، /ت — / ، /ب — / . وكلمة مثل "مَكْتُبٌ" ننطقها /م — ك — / ، /ت — ب — / . ولقد وجد اللغويون أن الإنسان يجزئ الكلمات إلى مقاطع . هذه المقاطع تتكون من فونيمات (صوامت وصوائت) . وقد تكون المقاطع معقدة ومتعددة الأشكال وقد تكون بسيطة التشكيل والتركيب . إلا أن جميع المقاطع تحتوي على الأقل على صائت واحد ، وقد تحتوي على صامت أو أكثر من صامت وقد لا تحتوي على أي صامت .

ويتكون المقطع في اللغة العربية من واحد من الأشكال التالية :

١. صامت + صائت قصير (CV) ،

مثل /كـ / ، /تـ / ، /بـ / في الكلمة "كتبـ" .

٢. صامت + صائت طويل (CV:) ،

مثل /قـ / ، /مـ / في الكلمة "قلمـ" .

٣. صامت + صائت قصير + صامت (CVC) ،

مثل /مـ كـ / ، /تـ بـ / في الكلمة "مكتبـ" .

٤. صامت + صائت طويل + صامت (CV:C) ،

مثل /مـ نـ / في الكلمة "منادـ" .

٥. صامت + صائت مزوج + صامت (CVVC) ،

مثل /قـ ـمـ / في الكلمة "قومـ" .

٦. صامت + صائت قصير + صامت + صامت (CVCC) ،

مثل /عـ دـ دـ / في الكلمة "عدّـ" .

وقد يضيف بعض اللغويين مقطعاً متبعاً يتكون من صامت + صائت طويل + صامت

+ صامت (CV:CC) ، مثال /شـ بـ بـ / في كلمة "شابـ" ^٧ . إلا أنني أرى

^٧ حيث يرمز C للكلمة consonant والتي تعني صامت ، ويرمز V للكلمة vowel والتي تعني صائت قصير ، و V: صائت طويل .

^٨ حسين ، ١٤٠٥ هـ .

إن اللغة العربية لا يوجد بها هذا النوع من المقاطع ، والمثال الذي أورده حسنين
بدرج نحت المقطع صامت + صائت طويل + صامت .

وسيطيع باستخدام التصنيف أعلاه تقسيم الكلمة في اللغة العربية إلى مقاطع
والكلمة "لَسْكَنْتُمُوهُمْ" تتكون من المقاطع الستة التالية: /ء — من/ ، /ت — ك/ ،
/ب — / ، /ت — / ، /م — / ، /ه — م/ .
ومعايير تقسيم الكلمة إلى مقاطع هي الخصائص التي تجمع المقاطع الستة
المذكورة وهي:

- (١) لا بد من وجود صائت في المقطع .
- (٢) المقطع يبدأ بصامت واحد .
- (٣) يمكن أن يكون المقطع مفتوحاً open أي لا ينتهي بصامت أو مغلّقاً
close أي ينتهي بصامت أو صامتين .

ومن الملاحظ في الكلمات العربية أن الحرف الساكن يتبع المقطع الذي يسبقه أما
إذا حُرِّك فإنه يكون مقطعاً مستقلاً . مثال ذلك عند تحريك آخر الفعل "كتب" فنجد
المقطع يكون ثلاثة /ك — / ، /ت — / ، /ب — / . أما إذا سُكِّن فنجد عددها
أش: /ك — / ، /ت — ب/ . وكذلك الحال بالنسبة للحروف المشددة ، كما هي كلمة
"عَدَد" فإن الدال الأولى تعد لثنتين ، الأولى منهما ساكنة فتلحق بالمقطع الأول والثانية
متحركة فتلحق بالمقطع الثاني ، /ع — د/ ، /د — د/ .

٤ . ٤ . الفو قطعي Prosody

هذا المصطلح يستخدم أحياناً مرادفاً لكلمة إنجليزية أخرى هي suprasegmental والأول أشمل من الآخر . وكلاهما يدل على الخصائص الصوتية التي تتجاوز الصوت بعينه مثل النغيم pitch / intonation والنبر stress وسرعة الكلام tempo . فالتنغيم ذو علاقة بتردد الرقبتين الصوتيتين أثناء الكلام ، فقد يكون التنغيم للجملة إما:

(١) صاعداً ، أو

(٢) هابطاً ، أو

(٣) مستوياً .

ويؤثر التنغيم على معنى الجملة . فعندما يكون صاعداً ، فعالباً ما تكون الجملة استفهامية . وعندما يكون هابطاً ، تكون الجملة خبرية . لاحظ الفرق بين الحالتين عند نطق جملة مثل "الزجاج مكسور" بتنغيم صاعد فإننا نستفهم من السامع ما إذا كان هذا الخبر صحيحاً أما عند نطقه بتنغيم هابط فإننا نخبره بالحدث .

أما النبر فإنه يكون على المقطع أو الكلمة . وتختلف اللغات في استخدامها للنبر . ففي الإنجليزية يؤدي النبر إلى تعبير المعنى فهو بذلك فونيمياً . إذ إن كلمة مثل decrease يمكن أن تكون اسماً أو فعلاً بناء على موقع النبر فيها . فعندما يكون النبر على المقطع الأول de فإنها تكون اسماً، وعندما يكون على المقطع الثاني decrease

فيها تكون فعلاً . وهناك حالات مشابهة لذلك في العربية فهناك فرق بين طو كلمة

يريد في الجملتين الآتيتين :

يزيد طويلاً

يزيد محمد الكيل

ف نجد أن النبر يقع على المقطع الأول /ي — / من "يريد" وهي اسم في الجملة الأولى . بينما يقع النبر على المقطع الثاني /ز ي — د / من "يزيد" وهي فعل في الجملة الثانية . ورغم هذا الفرق في موقع النبر بين الكلمتين السابقتين إلا أننا لا نعتبر النبر في العربية فوحيماً ذلك لأنه لا يفرق العرب بين الكلمتين بناء على موقع النبر وإنما يطلقونها هكذا في السياق . فلو قلت "يزيد" منفردة فإنها ستعمل كلا المعنيين أينما وضعت النبر .

والنبر في العربية له وثيرة شبه ثابتة . فهو يقع على الصائت الأول في الكلمة إذا كانت بقية الصوائت قصيرة ، وعلى الصائت الطويل إذا كان هناك صائت طويل واحد في الكلمة ، وعلى الصائت الطويل الأخير إذا كان هناك أكثر من صائت طويل في الكلمة .

ونستخدم كثير من اللغات النبر ، فتضعه على كلمة معينة في الجملة لبيان أهمية تلك الكلمة . فعندما نقول "كسر ريد الزجاج" ونضع نبراً عالياً على كلمة "ريد" فإننا سنرسم للسامع بأن زيداً هو الذي كسر الزجاج وليس أحد غيره . فقد يكون لدى المتحدث

عدم بأن نسمع بعلم نكسر الرجاء إلا أنه لا يعرف الفاعل . وعندما يصع البير على الرجاء فإننا يؤكد للسامع بأن المكسور هو الرجاء وليس شيء غيره .

أما سرعة الكلام ، فإن الأصوات والكلمات تتغير مدتها بناء على سرعة كلام المتحدث . كما تتأثر السرعة بعدد الكلمات في الجملة . فعندما ننطق كلمة بمفردها فإن مدتها تكون أطول من مدة نطقها عندما تكون في جملة مكونة من كلمتين ، ومدتها في الأخيرة أطول من لو كانت جزءاً من جملة مكونة من أربع كلمات ، وهكذا .

٤ . ٥ . الخلاصة

في اللغة العربية ستة وثلاثون صوتاً منها ستة صوائت مفردة وصائتان مزدوجتان . ثلاثة من الصوائت المفردة قصيرة ولكل منها نظير طويل . وعدد الصوائت ٢٨ صامتاً ، ثلاثة عشر منها احتكاكياً والبقية تنطق بطرق مختلفة منها الأنفي والوقفى والتكراري والجانبى . كما أن للمخرج اللثواسناني يستحوذ على عشرة صوائت بينما تتوزع البقية على عشرة مخارج أخرى تمتد من الشفتين إلى الحنجرة .

٥. الدراسات الأصواتية القديمة عن أصوات العربية

لا يستطيع أي دارس للصوتيات العربية تجاهل للدراسات القديمة عن الأصوات العربية والتي جعلت اللغة العربية من أوائل اللغات للبشرية التي درست وحُددت محرّح أصواتها وطرق إحراجها . وثقت هذه الدراسات مرجعاً ليس لعرباً فحسب وإنما دينياً حيث لا يزال علماء التجويد يعتمدون على ما ذكرته الدراسات المسبقة في تلاوتهم للقرآن الكريم . من هنا فإن الربط بين ما ذكر قديماً وما تقوم به الدراسات الحديثة في هذا المجال ضروري لتكوين فكرة واضحة وشاملة لدى الدارس . لهذا رأيت أن أفرد فصلاً أقدم فيه عرضاً موجزاً للدراسات العربية القديمة في مجال الصوتيات ومقارنتها مع المعطيات الحديثة .

تعد اللغة العربية من أقدم اللغات الحديثة ، إذ يقدر عمرها بألف وستمئة سنة^١ ، إذ ما قورنت بكثير من اللغات الحية الأخرى . فالإنجليزية المعاصرة مثلاً ، لا يتجاوز عمرها أربعمئة سنة .

ولقد اهتم متحدثو العربية بلغتهم فحافظوا على خصائصها الدلالية والنحوية والصوبية ، وبلغ هذا الاهتمام ذروته مع ظهور الرسالة المحمدية وبروز القرآن الكريم ، فوُضعت دراسات تفصيلية عن أصوات اللغة العربية بعد أربعة قرون من صيورها . أتت هذه الدراسات إلى حفظ السمات الرئيسية لأصواتها . ورغم ما

^١ آل ياسين ، ١٤٠٠ هـ .

اعترى أصوات العربية من تغيرات تتجلى في الأصوات القائمة في اللهجات العربية
الآن ، إلا أننا لا نزال نملك ما كُتِبَ عن الأصوات العربية قبل أكثر من ألف ومائتي
سنة

ولعل للدين هو الدافع الرئيس الذي جعل اللغويين القدامى يهتمون ذلك الاهتمام
بأصوات اللغة العربية . إذ كان الخوف من تأثير اللغات الأخرى التي انصم أهلها
للإسلام واندمجوا في مجتمعه العربي على اللغة العربية وقراءة القرآن الكريم قراءة
صحيحة بإعطاء المحارج الصوتية حقها هو المحرك لقيام الدراسات التي قدمت لتحديد
خصائص الأصوات العربية .

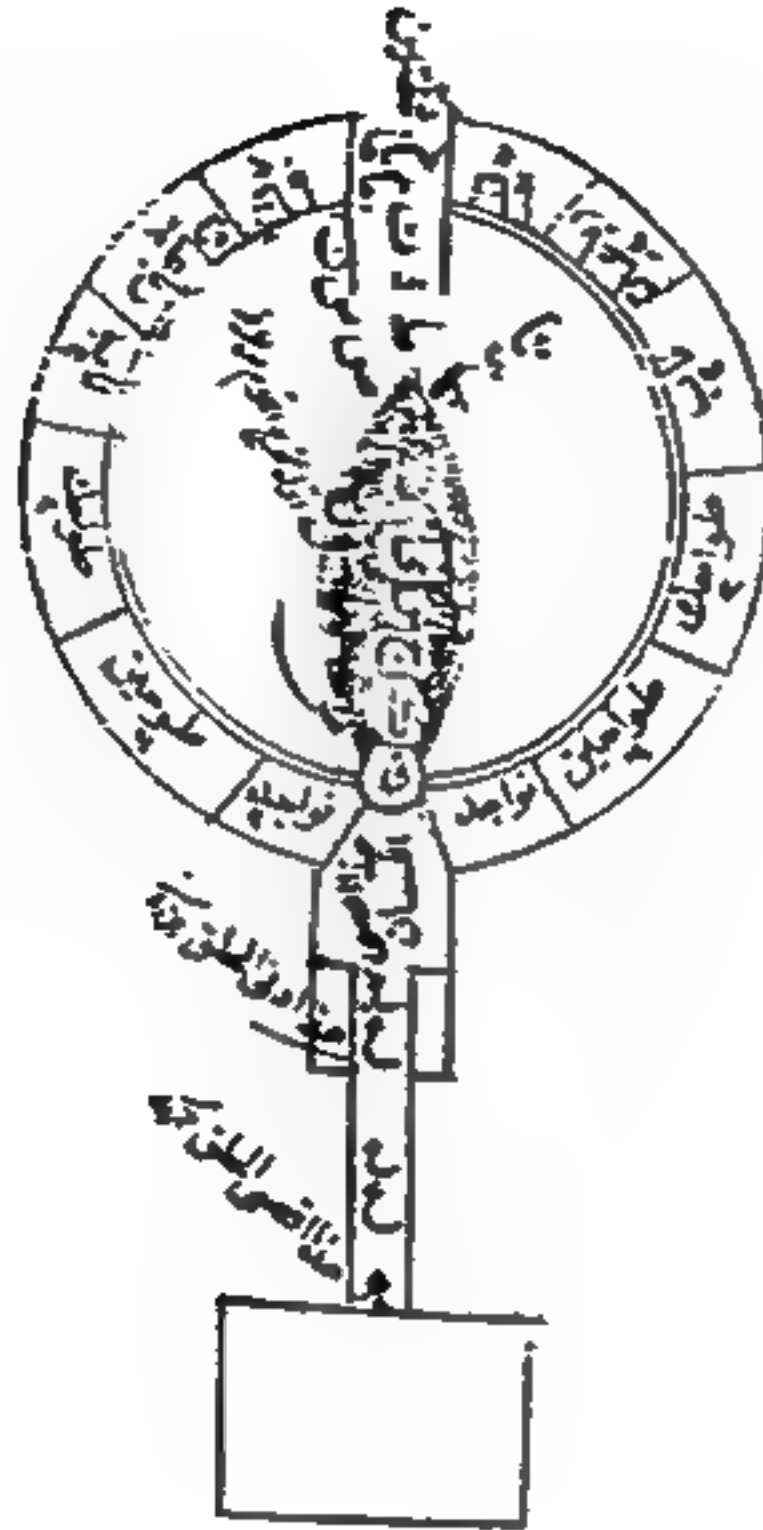
ويعود الفضل في حفظ الأصوات العربية إلى عوامل عديدة برزت في أفراد
منحروها وقتهم وجهدهم ليدونها في دراساتهم خدمة للأجيال القادمة . وكان من أبرز
من اهتم بأصوات اللغة العربية : أبو إسحاق الحصري (المتوفى سنة ١١٧ هـ) (٢)
والخليل بن أحمد (المتوفى سنة ١٧٤ هـ) (٣) وسيبويه (المتوفى سنة ١٨٠ هـ) وابن
جني (المتوفى سنة ٣٩٢ هـ) (٤) وابن سياء (المتوفى سنة ٤٢٨ هـ) ومكي ابن أبي
طالب (المتوفى سنة ٤٣٧ هـ) . وأشهرهم عمر بن عثمان بن قنبر ، المكنى بأبي
شر ، والملقب بسيبويه . وسبب شهرته تليفه كتابه المعروف بـ //كتاب الذي هو أقدم
المراجع عن أصوات اللغة العربية . ورغم ظهور كتاب العين للحليل قبل //كتاب إلا

أنه لم يشتمل على وصف أصواتي شامل لأصوات العربية إضافة إلى أن ثبوت نسب
السحة الموجودة الآن بين أيدينا إليه مشكوك فيه .

٥. ١. جهاز النطق

وصف العلماء العرب جهاز النطق كما رسموا أعضائه . وكان من أبرزهم :
الحلق ، والنهاة ، والحنك ، والغار ، واللثة ، واللسان ، والأنف ، والشفة ،
والأسنان ، والجوف (الشكل ٥ . ١) .

ومعظمها يتوافق مع ما ذكرناه في الفصل الثالث ، إلا أن البعض الآخر لم يكن
واضحاً . فالجوف على سبيل المثال غير محدد ، ولو أن بعضهم قال بأنه الحلاء داخل
الفم ، ولكنه يبقى غير محدد المكان . ولم يوضح دور الرقيقتين الصوتيتين ولا دور
لسان المزمار .



الشكل ٥ . ١ .

رسم لجهاز النطق لعبد الدائم بن علي الأزهرى ، يعود للقرن
التاسع للهجرى (عن الحمد ، ١٤٠٦ هـ) .

	Labial	Labiodental	Interdental	Alveodental	Alveopalatal	Palatal	Velar	Hard-velar	Uvular	Pharyngeal	Glottal
	جنتاني	متفوي جنتاني	لنتاني	قزاني جنتاني	قزاني قذاني	قزاني	جنتاني	جنتاني	جنتاني	جنتاني	جنتاني
صامت	p, b			t, d	ʔ		k, g				
Stop	ف			t, d	ʔ		k, g				
Emphatic Stop				tˤ, dˤ							
Fricative		f, v	θ, ð	s, z	ʃ, ʒ				x, ɣ, ʕ	ħ, ʕ	h, ʕ
Emphatic Fricative			θˤ, ðˤ	sˤ, zˤ	ʃˤ, ʒˤ						
Affricate										ʕˤ	
Glide						ɰ, ɰˤ		w, ɰ			
Lateral											
emphatic											
Trill											
Trill											

الجدول ١.٥. أصوات العربية كما ورد وصفها في كتاب التراث (*) نعي معجم شديد ، * معجم زحو ،
 *** حائلي معجم زحو) .

وحيث إن الكتابات القديمة افتقرت للدقة في معرفة الأجزاء الدلالية لجهاز النطق وخصوصاً للحلق والحنجرة ، وهم معدودون في ذلك نظراً لتأخر علمي التشريح ووظائف الأعضاء والعلوم بشكل عام في تلك العصور عما هي عليه الآن ، فإبدا لا يتوقع أن تكون دقة وصف مخارج الأصوات وطرق إخراجها مساوية للدقة القائمة الآن . وإذا كان العضو مجهولاً أو كان دوره في إخراج الأصوات مجهولاً فإن نتوقع الخطأ في تحديد مخارج الصوت أو طريقة إخراجها نتيجة لذلك . هذا الحكم ليس نمائاً فيما كتبه الأوائل فنحن نعذر بما وصلوا إليه في عصرهم ، إلا أن ذلك لم يعد يعني التسليم بكل ما نكروه في كتبهم .

٥ . ٢ . الأصوات اللغوية

قسم الباحثون القدامى الأصوات اللغوية إلى قسمين : الأول ، الأصوات الجامدة والتي يقابلها في المصطلح الحديث الصوامت consonants ، الثاني ، الأصوات الدائبة ، والمعروفة حينئذ بالصوائت vowels . وفي ما يلي ذكر تصنيفات كل قسم وفروعه .

٥ . ٢ . ١ . الأصوات الجامدة

سميت كذلك لأنها لا تنوب ولا تمتد وهي جميع الأصوات العربية الثمانية والعشرين ما عدا الأصوات الدائبة الستة ، بيد أن الألف اعتبرت من الأصوات الحامدة

عند بعضهم ويبدو أن اللبس وقع نتيجة لوجود الألف كأحد حروف الأبجدية . وقد صنف العلماء العرب الأصوات للجامدة من حيث مخارجها وكيفية إخراجها كما يلي .

٥ . ٢ . ١ . ١ . مخارج للحروف

رتب اللغويون القدماء الأصوات للجامدة حسب مخارجها . فبدأوا بالأصوات التي تخرج من أقصى الحلق لينتهوا بتلك التي تخرج من الشفتين . فكانت للمخارج كالتالي :

- أقصى الحلق : /ء/ ، /هـ/
- وسط الحلق : /ع/ ، /ح/
- أدنى الحلق : /غ/ ، /خ/
- أقصى اللسان وما فوقه من الحنك : /ق/
- أسفل موضع القاف من اللسان قليلاً وما يليه من الحنك : /ك/
- وسط اللسان وما يليه من الحنك : /ج/ ، /ش/ ، /ي/
- حافة اللسان / طرف اللسان وما فوق الثنايا / أصول الثنايا^١ : /ص/ ، /ذ/ ، /ن/،
/ر/ ، /ط/ ، /د/ ، /ت/ ، /ز/ ، /س/ ، /ص/
- طرف اللسان ولطراف الثنايا : /ظ/ ، /ذ/ ، /ث/

^١ استخدم الحظ العادل (/) متعمداً للدلالة على أن الكلمة أو الكلمات المسبقة له واللاحقة به تعطي نفس المعنى لو أي منها صحيح .

- باطن الشفة السفلى وأطراف التتايا العليا : /ف/

- بين الشفتين : /ب/ ، /م/ ، /و/

٥. ٢. ١. ٢. كيفية النطق

تحدث علماء اللغة عن نوعين من الصفات : صفات مميزة وصفات محسنة .
والمميزة هي التي يميز صوتاً عن آخر أو ما يعرف حالياً بالفونيم ، والمحسنة هي التي تحسن الصوت دون أن تميزه عن غيره ، أي تجعل منه للوهلة دون أن تخرجه من إطاره الفونيمي . فمن الصفات المميزة ما يلي :

٥. ٢. ١. ٢. الجهر

يصنف البعض الأصوات المجهورة بأنها تتميز بالشدة أو القوة في صوتها ، ويصفها آخرون بأنها الأصوات التي تخرج من الصدر . وهي : /ء/ ، /ا/ ، /ع/ ،
خ/ ، /ذ/ ، /ح/ ، /ي/ ، /ص/ ، /ذ/ ، /ن/ ، /ر/ ، /ط/ ، /د/ ، /ز/ ، /ط/ ،
/ذ/ ، /ب/ ، /م/ ، /و/ .

٥. ٢. ١. ٢. ٢. الهمس

صوت الأصوات المهمومة بأنها الأصوات للضعيفة أو التي لا تخرج من الصدر ولكنها تخرج من مخرجها في الفم . وهي : /هـ/ ، /ح/ ، /ج/ ، /ك/ ، /ش/ ، /ز/ ، /ت/ ، /ص/ ، /ث/ ، /ف/ .

٥. ٢. ١. ٢. ٣. الشدة

هي ن يسمع النفس من أن يجري مع الصوت في الفم . وهي : /و/ ، /ق/ ، /ك/ ، /ج/ ، /ط/ ، /ت/ ، /د/ ، /ب/ .

٥. ٢. ١. ٢. ٤. الرخاوة

وهي أن يسمح بمرور النفس أثناء نطق الصوت . وهي : /هـ/ ، /ح/ ، /غ/ ، /خ/ ، /ث/ ، /ص/ ، /ز/ ، /س/ ، /ط/ ، /ث/ ، /ذ/ ، /ف/ .

٥. ٢. ١. ٢. ٥. بين الشدة والرخاوة

الصوت الوحيد الذي اعتبروه ليس بشديد ولا رخو هو /ع/ .

٥ . ٢ . ١ . ٢ . ٦ . اللقنة

وهي جريان الصوت من الأنف . وصوتا اللقنة هما : /ن/ ، /م/ .

٥ . ٢ . ١ . ٢ . ٧ . التكرار

وهو ارتداد طرف اللسان ، وللصوت الذي يتسم بهذه الخاصية هو /ر/ .

٥ . ٢ . ١ . ٢ . ٨ . الانحراف

وهو انحراف مخرج الهواء مع جانب اللسان ، وينطبق على /ذ/ .

٥ . ٢ . ١ . ٢ . ٩ . اللينة

ويتسم مخرج الأصوات اللينة أكثر من اتساع محارج الأصوات الأخرى ، وهذا

ينطبق على صوتي /ي/ ، /و/ .

٥ . ٢ . ١ . ٢ . ١٠ . الهاوي

وهو الصوت اللين الذي يتسم فيه تجويف الفم ، وهو الألف .

٥. ٢. ١. ٢. ١١. الإطباق

الإطباق عكسه الانفتاح . وهو ارتفاع مؤخر اللسان حتى يقترب من الحنك أثناء ،
بطو الأصوات المبطنة . والأصوات المبطنة هي : /ص/ ، /ص/ ، /ط/ ، /ط/ .
أما الأصوات المفتحة التي تقابل الأصوات المبطنة /ص/ ، /ط/ ، /ط/ فهي .
س ، /د/ ، /ذ/ ، على التوالي . وجعل بعضهم الاستعلاء والإطباق والتفخيم له
السمية نفسها . وجعل الآخرون خاصية الإطباق والانفتاح ملازمة لأصوات بعضها لا
تتفك عنها ، أما الاستعلاء أو التفخيم وما يقابلها فبختصان بحالات تصاحب بعض
الأصوات ، كما هي الحال مع اللام في لفظ الجلالة ، وهي بهذا تكون من الصفات
المحسنة .

٥. ٢. ١. ٣. الصفات المحسنة

من الصفات المحسنة للقليلة ، والصغير ، والتفخي ، والاستطالة ، والانحراف ،
وغيرها . هذه الصفات لا تهمنا كثيراً في هذا المقام كما سبق ولشبعها الدكتور غسان
الحمد (١٤٠٦هـ) تحليلاً وتحقيقاً .

٥.٢.٢.٥. الأصوات الذلّية

وهي الأصوات التي تكّوب وتلّين وتمتد . وهي الألف ، والفتحة ، والواو المصموم
م قبله ، والضمة ، والياء المكسور ما قبلها ، والكسرة . وتعرف هذه الأصوات
حالياً بالصوائت ، كما سبق ذكره في الفصل الرابع.

٥.٣. الاختلاف

إذا حاولنا تفسير المصطلحات القديمة ووضع مقابلات لها من المصطلحات
الحديثة . فإننا سنحرج بتصنيف موضح في الجدول ٥.١. وللمقارنة فإننا وضعنا
جدولاً آخر يمثل تصنيف اللغويين المعاصرين لأصوات اللغة العربية الفصحى
المعاصرة معروصاً في الجدول ٥.٤.

عند مقارنة الجدولين المذكورين انفاً ، نجد اختلافاً واضحاً في الأصوات التالية :
|ط| ، |ض| ، |ج| ، |ق| ، |ع| ، |ه| . فما هي حقيقة هذا الاختلاف ؟ هنالك ثلاثة
احتمالات للإجابة على هذا السؤال وهي :

١. أن وصف اللغويين القدامى كان دقيقاً ومطابقاً للمصطلحات الحديثة ولكن
الأصوات الستة المذكورة أعلاه تغيرت مع مر العصور .
٢. أن المصطلحات التي استخدموها مطابقة للمصطلحات الحديثة ، ولكن وصفهم لم
يكن دقيقاً للأصوات الستة . وهذه الأصوات لم تتغير .

٣ أن المصطلحات التي استخدموها لا تطابق للمصطلحات الحديثة .

ولبدأ بالاحتمال الثالث ، فنقول إن هذا الاحتمال غير ممكن وذلك لأن الأصواتيين المحدثين عندما يقومون بتصنيف الأصوات للعبوية فهم لا يفعلون ذلك لدراسة أصوات لغة بعينها كالإنجليزية ، مثلاً ، ولكنهم يطمحون لوضع سمات عامة يمكن أن تصف أصوات أية لغة بشرية . بمعنى أن كل سمة يندرج تحتها أصوات من لغات شتى ولكنها تتفق جميعاً في تلك الخاصية . وكل سمة أو خاصية تجمع مجموعة من الأصوات تحصى للتجارب المعملية لتأكيد ما أو نفيها . ومثال ذلك ظهور السمة plosive وتعني " انفجاري" التي أطلقت على الأصوات الشديدة /الوقفية . ثم لتوضح أن العلاقة بين هذه الكلمة وما يحدث أثناء نطق مجموعة الأصوات التي تندرج تحت هذه الاسم ليست دقيقة ، فاستبدلت هذه الكلمة بكلمة stop والتي تعني 'وقف' ، أي وقف اسباب الهواء إلى الخارج عن طريق الفم . وأصبحت هذه الصفة تطبق على بعض الأصوات مثل /ب/ ، /ت/ ، /ك/ .

والمثال الثاني هو استخدام كلمتي fortis و lenis اللتان تعنيان حرفياً 'شديد' و 'رخو' ، على التوالي . واستخدمتا للدلالة على الهمس والجهر ، على التوالي أيضاً . إلا أن التجارب المعملية أثبتت أن الأصوات المجهورة ليس لها علاقة بالرخاوة كما أن لأصوات المهمومة ليس لها علاقة بالشدة . فاستبدلتا بالكلمتين voiceless و voiced . وتعني الأولى عدم تنذبذب الرقيقتين الصوتيتين والعكس في الثانية .

وستطيع القول إن لدينا من الكلمات الدقيقة الحديثة ما تجعلنا نصنف أصوات أية لغة وأن التصنيف القائم الآن دقيق وشامل . هذا يعني أننا نستطيع أن نفسر التصنيف القديم للأصوات العربية ؛ وأن التصنيف القديم يشترك مع التصنيف الحديث فيما عدا الأصوات الستة المذكورة ؛ وأنه لا يمكننا إيجاد معبريات حديثة علمية ودقيقة بتصميم تفسر التصنيف القديم دون استثناء . وبهذا يكون الاحتمال الثالث غير وارد .

أما الاحتمال الثاني ، فيمكن القول بصحة لفقرة الأولى منه ، وهي أن المصطلحات التي استخدموها مطابقة للمصطلحات الحديثة . إلا أنه من الصعب القول بأنهم لم يكونوا دقيقين في وصفهم للأصوات الستة . ذلك لأن الباحث في كتب التراث يجد منهجية علمية في الوصف والمقارنة والاستنتاج تجعل من الصعب أن يكون هناك خطأ في الوصف . إضافة إلى أن الذين أسهموا في الكتابة في هذا المجال كثر وفي عصور مختلفة إلا أنهم كانوا متفقين على وصف موحد للأصوات الستة المذكورة .

هناك صوتان فقط يمكن القول بعدم الدقة في وصفهما وهما /ه/ ، /ع/ . بالنسبة للهمزة ، فإن الخلاف قائم الآن بين الأصواتيين المحدثين في وصف هذا الصوت . فلهمزة وضعها الخاص بها ، إذ إن مخرجها من الحنجرة ومن ثم فبه لا يمكن أن يكون هناك صوت شديد ومجهور ويخرج من بين الرقيقتين الصوتيتين . فهما لا يستطيعان التذبذب ووقف جريان النفس في الوقت ذاته ، ووضع الرقيقتين الصوتيتين أثناء نطق الهمزة مختلف عنه عند نطق الأصوات المهموسة الأخرى .

فعدد نطق الأصوات المهموسة تكون للرقبتان للصوتيتين متباعدتين . أما عدد نطق الهمزة فانهما متقاربتان لدرجة تتغلق فيها فتحة المزمار . فإذا كان تصنيفا للأصوات المجهورة بأنها الأصوات التي تكون فيها للرقبتان للصوتيتين متقاربتين إلى درجة نسمح بتدبيرهما ، وأن الأصوات المهموسة هي التي تكون فيها للرقبتان للصوتيتين متباعدتين ، فإن صوت الهمزة له وضع فريد بين الأصوات المهموسة والمجهورة ، ولا نستطيع أن نجزم بأنه ينضم إلى إحدى المجموعتين . ولهذا السبب نجد من يصنف سمة ثالثة للجهر والهمس وهي الأصوات "غير المجهورة" unvoiced . والصوت الوحيد غير المجهور هنا هو الهمزة . ونظراً لعدم معرفة اللغويين القدامى بدور الرقيقتين الصوتيتين في النطق واللحن هما مخرج الهمزة ، فإننا نتوقع أن يكون هناك خطأ في وصف هذا الصوت .

أما بالنسبة للعين فإن مخرجها من الحلق ومن ثم كان من الصعب إعطاء كيفية إخراجها وصفاً دقيقاً . كما أنهم لم يصفوا عنها الشدة أو الرخاوة وإنما جعلوها بينهما . والتجارب الحديثة تبين أنها صوت احتكاكي / رخو .

وإذ ما استثنينا الهمزة والعين ، فإنه يبدو أن الاحتمال الأول هو الأقرب للصحة وذلك لأسباب عدة وهي :

١- وبعد تكون المصطلحات الإنجليزية ثلاثة "voiced, voiceless, unvoiced" ونعني محهور ، ومهموس ، وغير محهور . لاحظ أن المصطلحين الآخرين لهما نفس المعنى ورغم هذا استخدمنا لفظ لتعريق بين الهمزة وبقية الأصوات المهموسة .

١. إن التعبير في بعض أصوات اللغة العربية بدأ يظهر بالفعل منذ بدأ اللغويون بدمامي كتاباتهم وقد أشاروا إلى ذلك في كتبهم .

٢. فلة عند العرب مقارنة بالمسلمين الأعاجم بعد توسع للدولة الإسلامية ؛ مما جعل من الصعوبة المحافظة على الأصوات العربية كما هي عبر الأجيال . هذا التأثير يظهر على الأصوات الصعب نطقها على الأعاجم مثل : /ض/ ، /ط/ ، /ق/ ، /ج/ .

٣. إن الأصوات تعبرت إلى الأسهل . والصوت المهموس أسهل على اللسان من المجهور خصوصاً إذا كان هذا الصوت مطبقاً أو معهماً ، فتحول الصوتان المجهوران /ط/ ، /ق/ إلى صوتين مهموسين مع الإبقاء على مخرجهما . كما أن الصوت العاري الاحتكاكي أسهل من الشديد . فتحول /ج/ من شديد إلى مركب ، كما هو في نجد ، ورحو كما هو في الشام . وانزلاقي كما هو في الخليج العربي . ومن ثم فأندي يبدو أن الأصوات الأربعة /ق/ ، /ح/ ، /ط/ ، /ض/ قد تغير نطقهم ليس فقط في اللهجات العربية المتعددة ولكن حتى في أصوات اللغة العربية الفصحى الحديثة Modern Standard Arabic .

ما بقية الأصوات من صوامت وصوائت فيبدو أنها حافظت على مخرجها وطريقة إخراجها .

د . ٤ . إحياء الصفات الميتة

نستعرض وحسب أمام هذا الاختلاف بين النظام الصوتي القديم والنظام الصوتي الحديث سعة لغوية : هل هذا الاختلاف يشكل معضلة بالنسبة للناطقين بالعربية ؟
لجواب أنه يشكل فعلاً معضلة لأسباب عدة منها :

ولا : سعة لغوية لغة دين إضافة إلى كونها لغة تحاطب . ولكون غالبية المتحدثين باللغة العربية مسلمين ، فإن إيجاد نظامين صوتيين مختلفين يشكل عبئاً على المتحدث العربي ، إضافة إلى إيجاد فاصل بين لغة القرآن واللغة اليومية المتداولة .

ثاني : تسيير لأبحاث في مجال التحاطب باللغة العربية مع الحاسب الآلي بخطى حديثة ، ويجد العاملون في هذا المصمار صعوبة في معرفة النظام الصوتي العربي .
فالنظام الصوتي القديم لم يدرس دراسة تجريبية متكاملة ، والنظام الصوتي الحديث غير متفق عليه ويشكل فجوة بين علماء النجويد واللغويين .

ثالث : من أسماء اللغة العربية " لغة الصاد " ووجود الصاد بالهيئة الموصحة في الجدول ٤ ، ٣ . لا يعبر عن الصاد العربية الأصيلة . ومن ثم فإن إحياءه يعد إحياء لسمة كانت تميز اللغة العربية عن بقية اللغات .

ومن هنا أرى ضرورة إعادة الصفات التي فقدتها بعض أصوات اللغة العربية وذلك للأسباب المذكورة أعلاه . وهذا الأمر لن يكون من الصعوبة بمكان . فإذا استطاع سبب إحياء لغة ماتت ولم يبق من يتحدث بها وأعيد نعتها من جديد بما هي

ذلك بنظامها الصوتي . فهل نعجز عن إعادة بعض الصفات إلى بعض الأصوات العربية ؟ مع زيادة الوعي عند العربي وإخال علم للصوتيات الحديث إلى المدارس والجامعات العربية وتطور علم للتخاطب مع الحاسب الآلي فإني أتوقع أن يأتي يوم ليس بعيد نجد فيه النظام الصوتي الذي استخدمه في حياتنا اليومية هو النظام نفسه المذكور في كتب التراث .

ومن الطريف أنه قد ينتشر قريباً نظام حاسوبي يمكن الإنسان من إنجاز الكثير من أعماله عن طريق هاتف مرتبط بحاسوب يسمح بالتخاطب معه صوتياً. ويكون هذا النظام مبرمجاً لاستخدام لغة طبيعية^١ . فإذا كان الإنسان قد علم الحاسوب لغة حاسوبية وبرامج تحليلية واستنتاجية في غاية الدقة ، فإني لا استبعد أن يأتي الدور على الحاسوب الذي يتحدث للغة العربية بنظامها الصوتي القديم ، وعندها فإن هذه الآلة ستجبر المتعامل معها بأن يستخدم اللغة نفسها والنظام الصوتي نفسه . ومن هنا يتحتم علينا تعديل نظامنا الصوتي ليتفق مع نظام الأصوات العربية القديم .

^١ تسمى اللغة البشرية التي يستخدمها الإنسان في التخاطب "لغة طبيعية" natura language ،
وهي عكس اللغات الحاسوبية كـ لغة سي C Language مثلاً والتي تستخدم في التخاطب مع
الحاسوب عبر من الدرجة لتفديد أوامر محددة .

٥.٥. الخلاصة

هناك اختلاف بين ما يسميه اللغويون بالمحتثون بالنظام الصوتي للغة العربية المعاصرة وبين النظام الصوتي الذي ذكره اللغويون القدامى . ويمكن الاختلاف في
ء ، ع / ، /ق/ ، /ج/ ، /ط/ ، /ض/ . ويبدو لي أن وصف القدامى للصوتين /ء/ ،
و رع ، لم يكن دقيقاً وهو ليس موضع خلاف يذكر عند الأصواتيين المعاصرين . أم
الصوتان : /ق/ ، /ط/ فقد فقدتا خاصية الجهر . بينما أصبح /ج/ مركباً ، والـ /ص/ ،
شديداً .

وهذا التعبير ليس كلياً وإنما في صفة واحدة فقط لكل صوت ، ويمكن إعادتها عن
طريق التعليم والتوعى بعلم الصوتيات .

٦. الصوتيات الأكوستية

كرد حديثنا في الفصول السابقة عن للصوتيات للنطقية . ومن المناسب الآن أن نعرف على موجات أصوات اللغة أو أكثر دقة "الصوتيات الأكوستية" . وهو علم اقرب الى الفيزياء منه للعلوم الإنسانية . ويحتاج للقارئ غير المتخصص إلى خلفية علمية في فيزيائية الصوت ؛ لهذا سأبدأ بتوضيح الأساسيات الفيزيائية للصوت ومن ثم ندخل إلى الفيزيائية المرتبطة فقط بالأصوات اللغوية .

٦. ١. الموجات الصوتية

يوجد حولنا كم هائل من الموجات الصوتية . منها ما نسمعه ومنها ما لا نسمعه لأن الأذن البشرية محدودة بتردد وشدة لا يمكنها تركيبها الوظيفي أن تتجاوزه . فالمحطات لإذاعية والتلفزيونية ونظم الاتصالات المختلفة وبعض الكائنات الحية ترسل كما هائلاً من الموجات الصوتية إلى الهواء المحيط بها إلا أننا لا ندرك كثيراً منها .

ورغم كثرة للموجات الصوتية التي لا نسمعها إلا أن هناك موجات أخرى عديدة نشعر بها الأذن البشرية ونسمعها . منها أزيز الطائرات وضجيج السيارات والمكيفات الهوائية وأصوات الرعد والرياح وأمواج البحر وشلالات للمياه .

وتشترك جميع الموجات الصوتية في خواص مشتركة منها : أنها تتسير جزيئات الوسط الذي تنشأ فيه مما يمكنها من الانتقال من مكان إلى آخر . كما أن الموجة الصوتية تحتاج إلى نوع من أنواع الطاقة المولدة لها . فحرس للباب الكهربائي يقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية/ميكانيكية والطاقة الحركية إلى موجات صوتية . والصوت إذن شكل من أشكال الطاقة . وعندما تسقط كتاباً على الأرض فإنه يصدر صوتاً . فالسقوط هنا طاقة حركية تحولت إلى اضطراب للهواء المحيط بمكان سقوط الكتاب فتمتد الصوت .

وتشبه كتب الفيزياء الموجات الصوتية بالتموجات التي تظهر على سطح الماء عندما يلقى حجراً في بركة . إذ إن التموجات تنتقل من موضع إلقاء الحجر إلى أطراف البركة دون أن تنتقل معها جزيئات الماء ، ويبرهن على ذلك بأن لو وضعنا قطعة من الفلين على سطح الماء ثم ألقينا حجراً في البركة لوجدنا أن التموجات تمر من تحت قطعة الفلين دون أن تنقل التموجات معها قطعة الفلين ، مما يؤكد أن جزيئات الماء تدفع الجزيئات المجاورة إلى الحركة دون أن تنتقل أي منها من مكانها . فالحركة ههنا تدفع الجزيئات (زيادة للضغط) ثم تباعدها (انخفاض الضغط) ، وهذا ما يحدث أيضاً في حالات المادة المختلفة (صلبة ، سائلة ، غازية) .

تنتقل الموجات الصوتية في جميع حالات المادة . الصلبة والسائلة والغازية .

أما بالنسبة للأصوات الغوية فإن الوسط الذي تنتقل فيه غالباً ما يكون الهواء وذلك
لأنه بسيط وهو أن الهواء هو الوسط الذي يعيش فيه الإنسان وهو المادة التي
يستخدمها لإحراح الأصوات للغوية . ولا يمكن رؤية الموجات الصوتية بالعين
المجردة في الهواء أو أي وسط آخر وذلك لتردداتها العالي ولصغر جزيئات المادة
قلنا أنه لا بد من وجود طاقة ما ليتم تحويلها إلى صوت ، وغالباً ما تكون هذه
الطاقة طاقة حركية . فعازف العود مثلاً يقوم باستخدام يده التي هي طاقة حركية هنا
للمضرب على الأوتار التي تولد بدورها موجات صوتية. وقلنا في الفصل الأول أن
الهواء الخارج من الجهاز التنفسي هو مصدر الطاقة لجهاز صوت الإنسان . هذا
الهواء ينتج كما ذكرنا سابقاً عن طاقة حركية هي انكماش القفص الصدري .
غالباً ما تستخدم الشوكة الرابطة للتعريف بكيفية صدور الموجات الصوتية . ونقاس
الموجات الصوتية من حيث ترددها frequency وشدها amplitude . فالتردد
يعني عدد الدنبات في الثانية الواحدة ويكون بالهيرتز Hertz أو ما يعرف اختصاراً
بـ Hz فإذا قلنا بأن موجة كذا ترددها مائة هيرتز فإننا نقصد أن هناك مائة دورة في
الثانية . أما الشدة فتقاس بالديسيبل decibel أو ما يعرف اختصاراً بـ dB وتعني
مدى شدة الموجة . والمقياس الزمني للموجات الصوتية هو الملي ثانية millisecond ،
وهي جزء من الألف من الثانية .

والموجات الصوتية ثلاثة أنواع هي :

(١) الموجات المنتظمة البسيطة sine wave مثل للموجات الصادرة عن

الشوكة الرنانة . إذ نجد أن لكل شوكة تردد محدد (١٠٠ هيرتز ،

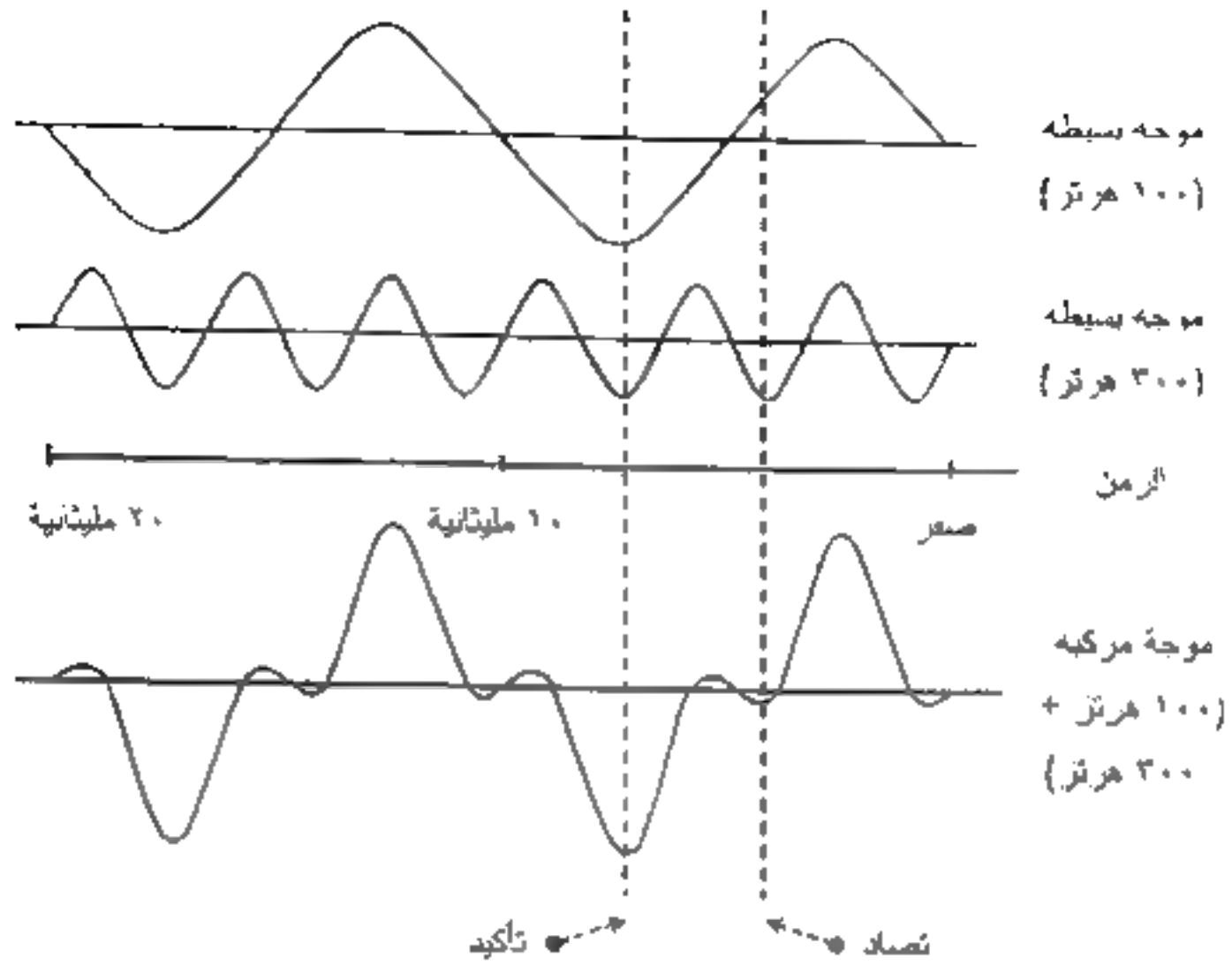
٢٠٠ هيرتز، ٣٠٠ هيرتز ، وهكذا)

(٢) الموجات المركبة complex wave وهي عبارة عن أكثر من موجة

بسيطة واحدة لكنها مدمجة مع بعضها (الشكل ١ . ٦) .

(٣) الموجات غير المنتظمة random/aperiodic noise ، وهذه موجات

ليس لها نمط محدد في التردد كأصوات الشلالات والأمواج .



الشكل ١.٦ .

يبين هذا الشكل رسماً لثلاثة ترددات مختلفة : الأول يمثل موجة بسيطة ترددها ١٠٠ هيرتز وشدها عالية نسبياً . الثاني يمثل موجة أخرى بسيطة وترددها ٣٠٠ هيرتز وشدها أقل من الأولى . الثالث يمثل موجة مركبة من الأولى والثانية . وتبين الخطوط الرأسية كيف تجمع ترددات موجتي الأولى والثانية لتصبح مكونة للثالثة . لاحظ أن جميع الموجات منتظمة التردد ، ففي الثالثة يتكرر نص التردد كل ١٠ مليونية .

تمثل الخطوط المستقيمة في كل موجة للوضع المستقر للوسط الذي تنتقل فيه الموجة .

٦. ٢. للموجات الصوتية الخارجة من الجهاز الصوتي

من طبيعة الجهاز الصوتي عند الإنسان أنه يمكن أن يصدر أصواتاً عند الولادة والكاء والضحك والصراخ إضافة للكلام تحرح كلها من الجهاز الصوتي . ولقد شرفنا في فصل سابق أن المصدر الأساس لمعظم الأصوات هو الحنجرة ، وسالتجويد الرقيقتين الصوتيتين . فالرقيقتان الصوتيتان تولدان تردداً منتظماً يساوي عند الرجال ١٢٠ هيرتز . إلا أن هذه الموجات لا تخرج خارج الجهاز الصوتي كما تكون عند أوليها . إذ يعترضها الهواء الموجود داخل التجويف الحلقوي والتجويف العموي والتجويف الأنفي . هذه التجاويف تؤثر على التردد الأساس . هذا يعني أن التجاويف المذكورة تصفي على التردد الأساس سمات لم تكن موجودة فيه أصلاً . ولتوضيح ذلك ، نعرض هنا أحدنا وترًا ووضعناه على آلة العود ، ثم أخذنا وترًا آخر مطابقاً له تمامً ووضعناه على قيثارة مراعيين في ذلك تساوي درجة الشد لكلا الوترين ، وصرباً على كل وتر على حدة . فإن الصوتين الصادرين عن الألتيرين لن يكونا متساويين ، رغم أن تردد الوترين واحد . فالذي يميز بين الصوتين وأعطاهم نغمتين مختلفتين هو التجويف المختلف في العود عنه في القيثارة .

هذا سير أن الرقيقتين الصوتيتين تقومان بإصدار التردد الأساس لنصوت أما سدوف التي نعلو الحنجرة فنقوم بعملية الرنين resonance . ونسح عن الرنين ما يعرف بالنطق الرنينية formants . إذ أن التجاويف التي نعلو الحنجرة تقوم برفع نغمة

ترددات معينة وحفص شدة ترددات أخرى . فالترددات ذات الشدة العالية هي النطق الرئيسية .

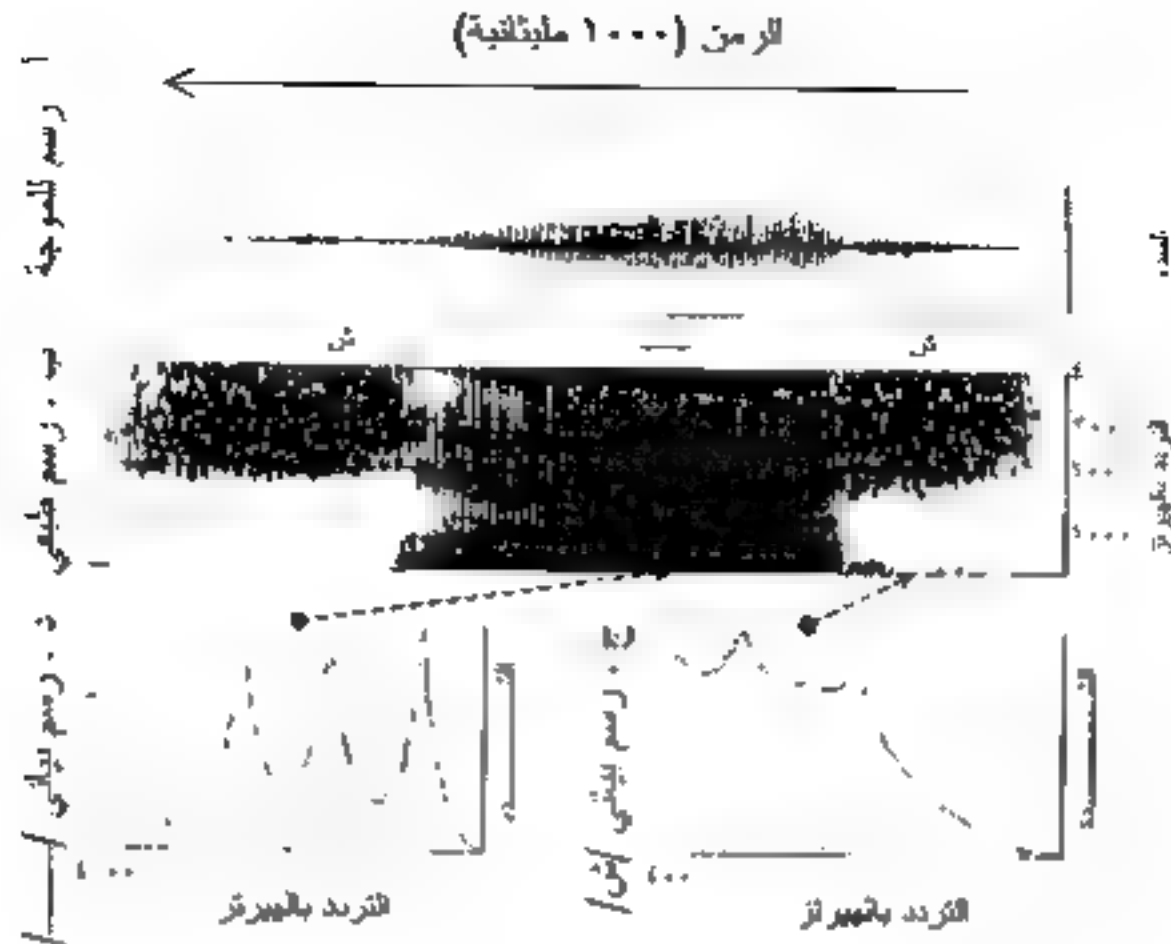
وسبق أن ذكرنا أن الجهاز الصوتي يتكون من ثلاثة تجاويف تعلو للحجرة ومن الثلاثة التجاويف تجويف ثابت لا يتغير وهو التجويف الأنفي . والتجويف الأنفي يقصر دوره اللغوي في إحراج الأصوات الأنفية^٢ فقط . أما التجويفان الآخران فغير ثابتي الشكل ، وذلك لوجود اللسان فيهما كعصاة قابلة للتغير في شكلهما وبالتالي تعبير شكل التجويفين القموي والحلقى . هذا يعني أن النطق الرنينية الخارجة من الفم غير ثابتة التردد وذلك بناء على وضع اللسان داخل هذين للتجويفين . فالنطاق الرنيني الأول مرتبط بقرب اللسان من الحنك ، فكلما كان اللسان قريباً من الحنك كلما انخفض تردد النطاق الرنيني الأول . أما النطاق الرنيني الثاني فمرتبط بموحر اللسان ، إذ أنه كلما ارتفع موحر اللسان إلى أعلى كلما انخفض تردد النطاق الرنيني الثاني . أما النطق الرنينية الثالثة فما فوق ف ذات علاقة بحجم وشكل الجهاز الصوتي والرأس بشكل عام (الشكل ٦ . ٢) .

^٢ هناك أصوات نخرج من الأنف غير /ن/ و /م/ مثلما يحدث في بعض حالات الإدغام كما في "مر يعمل" إذ تنطق /م — ي ي — ع م — ل / ويكون الصوت /ي ي/ أنفي nasalized

٦. ٣. أكوستية الأصوات للغوية

نبدأ في الفصلين السابقين الأصوات اللغوية من حيث مخرجها والأعضاء التي تقوم بإخراجها . وقمنا بإيضاح تصنيفها بناء على مخرجها وطرق إخراجها . وفي هذا الفصل سنعرض لأصوات العربية مرة أخرى ولكن بتصنيف مختلف هذه المرة وبشيء من التفصيل ، معتمدين في ذلك على الخصائص الأكوستية للموجات الصوتية الصادرة عن كل صوت . إذ نجد أن كل مجموعة من الأصوات لها خصائص أكوستية متشابهة بغض النظر عن مخرجها أو طريقة إخراجها . وسنعمد على جهاز المطياف كوسيلة لتحليل الموجات الصوتية .

تقع ترددات الموجات الصوتية للغوية بين الترددين ٥٠ هيرتز و ١٠,٠٠٠ هيرتز تقريباً . وقد لا نحتاج إلى جميع هذه الترددات لفهم ما يقال أثناء إنصاته . فعلى سبيل المثال نستخدم مؤسسات الاتصالات الهاتفية نظاماً تحصر التردد المرسل والمستقبل من المتحدثين عبر الهاتف بين ١٠٠ - ٤٠٠٠ هيرتز ، ولا نجد صعوبة تذكر في فهم ما نسمعه أثناء التحدث عبر الهاتف رغم غياب جزء كبيراً من الترددات الأكوستية المنفولة إلينا من المتحدث الآخر .



الشكل ٢.٦.

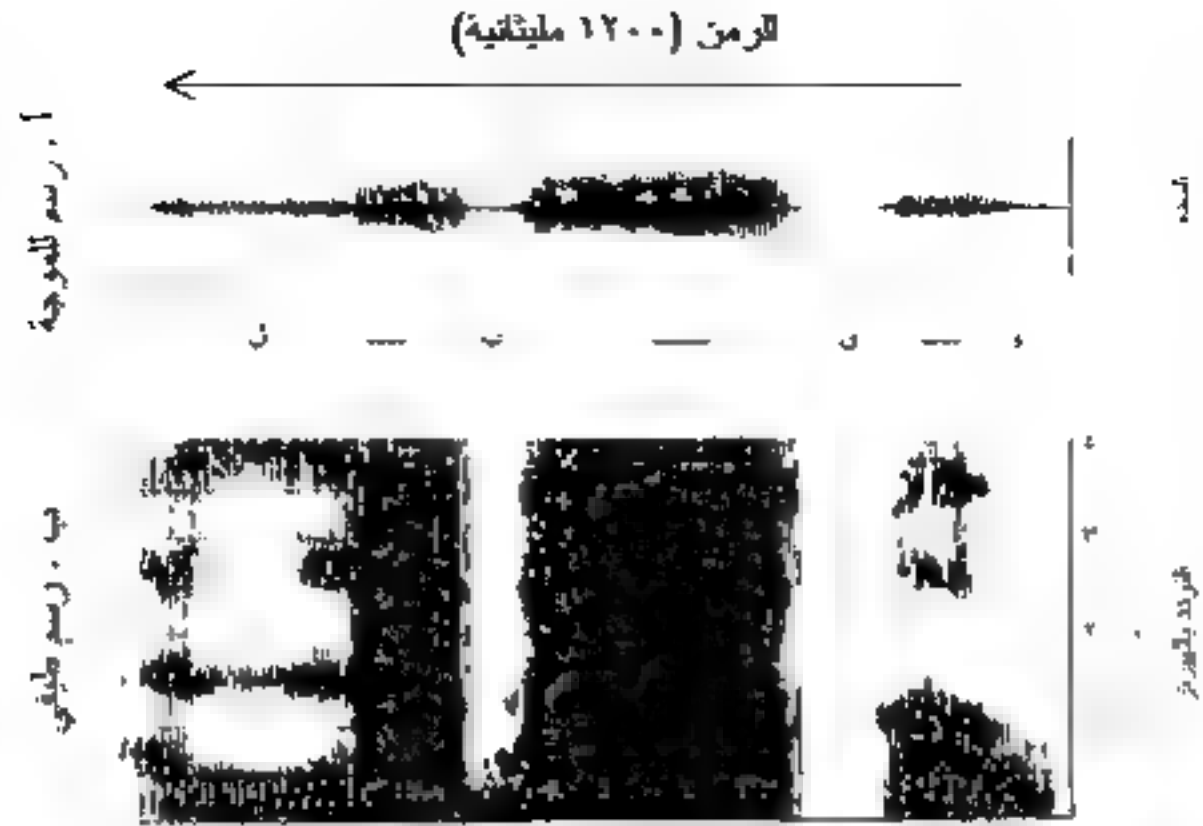
تبين الرسوم أعلاه كيفية عرض وتحليل الموجات الصوتية للكلمة "شاش". ففي الشكل أ عرض مبسط للموجة للصوتية ، بينما يبين الشكل ب الرسم الطبيعي لتلك الموجة . أما الشكلان ج و د فيبينان تردد وشدة الموجة في منتصف /ش/ و /ـ/ ، على التوالي . فيبين الشكل ج كيف أن تردد /ش/ يقع فوق ٢٠٠٠ هيرتز . ويبين الشكل د تردد النطق الرئيسية حيث نجد أن تردد النطق للرئيسية الأربعة الأولى كالتالي :

٦٠٠ ، ١٦٠٠ ، ٢٥٠٠ ، ٣٩٠٠ هيرتز ، على التوالي .

٦. ٣. ١. أصوات بدون صوت

قد نَعجب من أن بعض أصواتنا اللغوية لا يُنتج موجات صوتية . وإذا كن ههناك ترددات أثناء نطق هذه الأصوات فهي منخفضة وضعيفة ولا يعيرها اهتماما يذكر أثناء سماعنا لها ، فلا يؤثر وجودها من عدمه على السامع . هذا يدل على أن حالة الصمت، أي لعدم وجود للموجات الصوتية ، لها قيمة فونوتيكية / أصواتية لدى السامع . بمعنى آخر أن وجود فترة من الزمن دون ترددات صوتية أثناء الكلام له دلالة أصواتية عند السامع ، وأن أمدها قد يغير الصوت الذي ندركه .

وتنحسر هذه الأصوات في الأصوات الوقعية / الشديدة . وسبب لعدم خروج موجات صوتية أثناء نطق هذه الأصوات هو أن العم والأنف يكونا معلقين أثناء نطقها، ومن ثم لا يوجد مخرج يخرج منه الصوت باستثناء الموجات الصادرة عن الرقبتين الصوتيتين والتي تحترق الجهاز الصوتي عندما يكون للصوت مجهوراً ، إلا أنها تكون ضعيفة جداً كما ذكرنا سابقاً . أما الأصوات المهموسة فلا يصدر عنها أي صوت (الشكل ٦. ٣) .



الشكل ٣.٦.

رسم لموجة الكلمة "وقابل". ويلاحظ أنه لا يوجد تردد للصوت /ق/ لأنه صوت شديد ومهموس ، وشاهد الشيء نفسه بالنسبة للصوت /ب/ فيما عدا تردد منخفض وضعيف وهذا بعكس بقية الأصوات الأخرى المعروضة تردداتها هنا .

٦. ٣. ١. ١. الأصوات الوقفية للمهموسة

تظهر الأصوات الوقفية المهموسة الحالية تملأاً من الموجات للصوتية على الرسوم الطيفية (الشكل ٦. ٣) فلا نستطيع التفريق بينها بمجرد النظر إلى مكان الصوت نفسه ، أو ما يسمى بفترة القفل closure . لهذا فالأصوات /ت/ ، /ك/ ، /ق/ ، /ء/ ، /ط/ . لها نفس الخصائص الفيزيائية.

ولكن ما الذي يجعلنا نميز بينها عند سماعها ؟ الواقع أننا لا نستطيع أن نعبر بين هذه الأصوات إلا بالاعتماد على الأصوات المجاورة لها ، فهي التي تحمل سماتها الأكوستية . هذه السمات تظهر بوضوح في النطق الرئيسية للصوائت المجاورة .

نلاحظ في البداية أن هناك خاصية تشمل للجميع ، وهي أنه بالقرب من فترة القفل تظهر تعبيرات في تردد النطق الرئيسية الانتقالية format transition ، وهي المنطقة الواقعة بين صوتين ويظهر فيها تغير سريع لترددات النطق الرئيسية . فنجد أن النطاق الرئيسي الأول F_1 يأخذ تردده في الانخفاض في جميع الأصوات المذكورة عند الاقتراب من فترة القفل . وهذا يعطي مؤشراً بأن الصوت هنا هو صوت وقف stop . أما النطاق الرئيسي الثاني فإنه يبين مخرج للصوت . فعندما يكون على التردد نفسه فيه يدل على أنه /ت/ أو /ط/ ، وعندما يكون أعلى من مستواه الأصلي في الصوائت

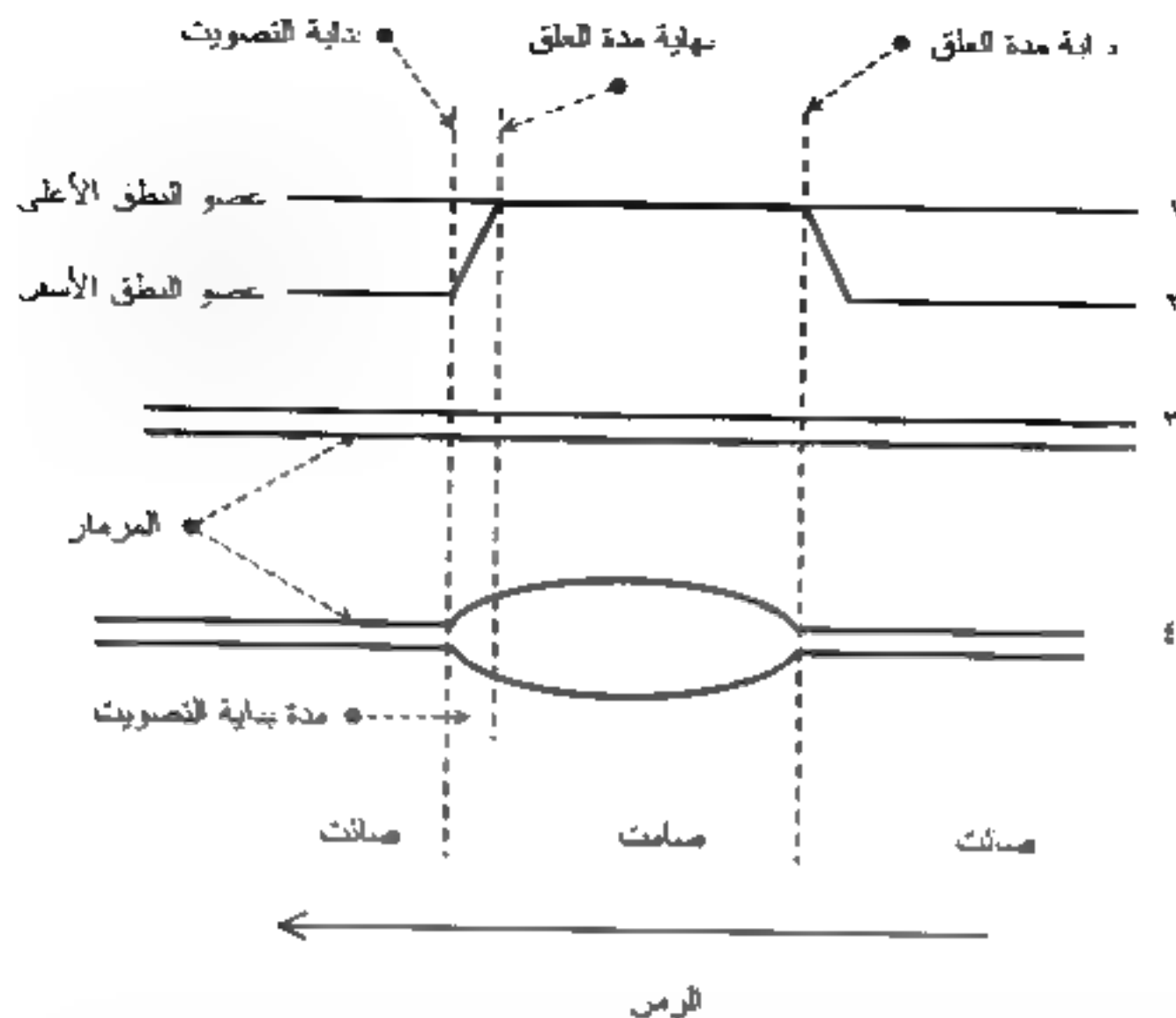
فهو يكون /ك/ أو /ق/ ^٦ . أما الطاء فلأنه صوت مطبق^٦ فإن تردد النطق الرئيسي
لثني يكون محفصا ، ليس بالقرب من فترة اللقل فقط ولكن في حالة الصائت ككل
ويأتي بعد فترة الفعل مباشرة ما يسمى بالإطلاق release وهي فترة تساوي ١٠
ملي ثانية عريبا . وهي ناتجة عن اعتماد عضوي النطق للذين قاما بإغلاق مجرى
نفس . وينتج عن تباعدهما صوت حاد نسبيا . يلي الإطلاق ما يعرف بالهنيه
aspiration ، وهي ناتجة عن اندفاع الهواء المضغوط داخل التجويف القموي إلى
الخارج ويستمر من نهاية الإطلاق إلى بداية تدبيب الرقيقتين الصوتيتين . وتسمى
الفترة التي تقع بين بداية الإطلاق وبداية تدبيب الرقيقتين الصوتيتين ، بثوقيت بداية
لتصويت voice onset time أو ما يعرف اختصارا بـ VOT . ولهذا التوقيت
أهمية كبيرة للتفريق بين المجهور والمهموس . إذ أنه غالبا ما يكون توقيت بداية
لتصويت في حالة المهموس بالموحج ، فعول مثلا أن توقيت بداية التصويت في
الصوت /ت/ هو +٣٠ ملي ثانية أما في الأصوات المجهورة فإنه يكون بالسالب ، فنقول
أن توقيت بداية التصويت للصوت /ب/ هو -٨٠ ملي ثانية . وذلك لأن الرقيقتين

^٦ هذه بيث . أما ثابتة فهي تتغير بناء على نوعيه الصائت . والصائت الذي نتحدث عنه هنا هو
الصائت المحفص

ذكر ، أنه في حالة نطق الأصوات المطبقة فإن موحد اللسان يكون مرتفعا ، وهذا بالتالي يؤدي
إلى خفض تردد النطق الرئيسي الثاني ، تماما كما هي الحال في الصائت الحظي /أ/

الصوتيتين تدان بالتذبذب قبل الإطلاق في حالة للجهر أما الهمس والعكس هو الصحيح . ونختلف اللغات فيما بينها في توقيت بداية التصويت ، إذ نجد أن جميع الأصوات اللفظية ، المجهورة والمهموسة ، في اللغة الإنجليزية ، على سبيل المثال ، **تبدأ قيمة موجبة** . بمعنى آخر أن الرقيقتين الصوتيتين تبدآن التذبذب بعد الإطلاق حتى في حالة الأصوات المجهورة . والشكل ٦ . ٤ . يبين كيف تتم عملية التوقيت بين الرقيقتين الصوتيتين وأعضاء النطق الأخرى ، والذي ينتج عنها توقيت بداية التصويت^٥ .

^٥ لفريق بداية التصويت أهمية كبيرة في التفريق بين الأصوات المهموسة والمجهورة ، سنذكرها في فصل إدراك الأصوات .



الشكل ٦ . ٤ .

رسم توضيحي يبين التوقيت بين حركة كل من الرقبتين الصوتيتين وأعصاه النطق الأخرى ، والنقط (١) يبين عصو النطق الأعلى ، والنقط (٢) يبين للعصو لأسفل ، والنقطان في (٣) و (٤) يرمزان للرقيقتين الصوتيتين . فعند نطق الصامت /د/ أو /ت/ فإن اللثة ثابتة لا تتحرك أما اللسان فيأخذ في الارتفاع للانتقال باللثة مشكلا بذلك علقا كاملا لمجرى النفس . أما للمزمار (الصحة يوس الرقيقتين الصوتيتين) فإن وصعبيهما ثابتان في /د/ أي أنهما في وضع يتيح لهما التذبذب عند مرور الهواء بينهما (٣) ، أما في حالة /ت/ فإن المزمار يأخذ في الاتساع حالما نتم عملية العلق في الغم ثم يضيق ليعود لوضعه السابق بعد أن تنتهي فترة العلق . لاحظ كيف تتم عملية قياس مدة بداية التصويت .

٦ . ٣ . ١ . ٢ . الأصوات الوقفية المجهورة

هناك شبه أكوستي كبير بين الأصوات الوقفية المجهورة والأصوات الوقفية المهموسة . والفرق بين هاتين المجموعتين - مجموعة الهمس ومجموعة الجهر - هو أنه يكون في المجموعة الأولى إطلاقاً وهاتيةً ، أما الثانية فلا يصعد للهواء حلقاً ، المخرج لا يكون عالياً نسبياً كما هو الحال بالنسبة لأصوات المجموعة الأولى فإن الإطلاق يكون معدوماً أو ضعيفاً . وتعتمد الهاتية في أصوات الجهر في اللغة العربية لأن الرقفتين الصوتيتين تكونان في وضع التذبذب قبل الإطلاق وتستمران كذلك بعد الإطلاق . إلا أن ما يميز الأصوات المجهورة عن المهموسة هو وجود بهرات الرقفتين الصوتيتين في تردد منخفض يساوي ٣٠٠ هيرتز أثناء لأصوات المجهورة .

وتتصف أصوات الجهر بما تتصف به أصوات الهمس من حيث النطاق الرنينية للصائت المجاور . فتردد النطاق الرنيني الأول يكون منخفضاً كلما اقتربنا من فترة القفل . ولأن مخرج /ت/ هو نفس مخرج /د/ فإن بداية تردد النطاق الرنيني الثاني يقع تحت نفس التأثير . أي أنه لا يكون على تردد قريب من للتردد المنتظم في منتصف الصائت . أما في حالة /ب/ فإن النطاق الرنيني الثاني يملك مساراً شبيهاً بمسار النطاق الرنيني الأول وهو انخفاض تردده كلما اقتربنا من فترة القفل .

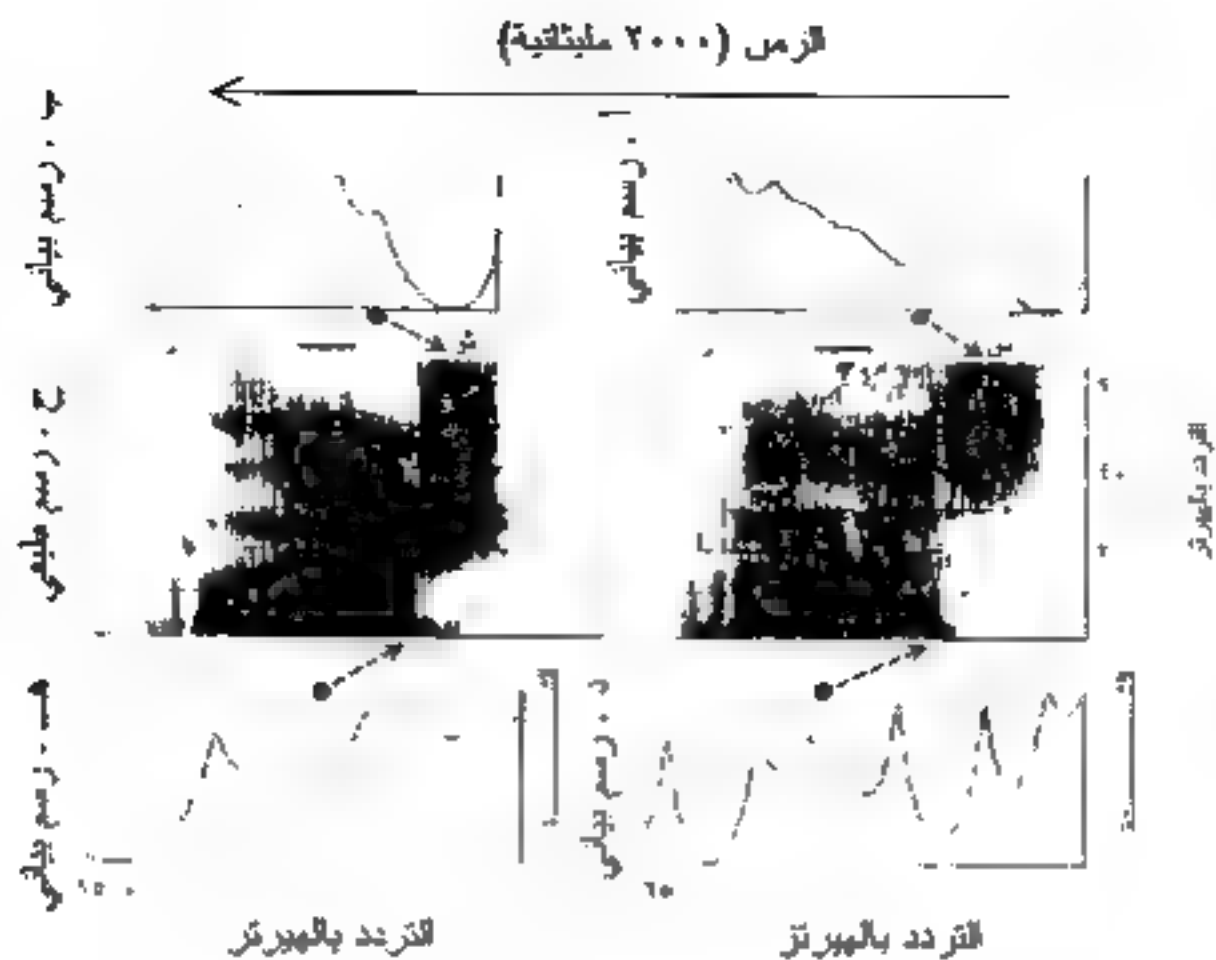
٦. ٣. ٢. أصوات ذات ترددات غير منتظمة

ذكرنا في تعريف أنواع للموجات أن هناك موجات ليس لها نمط منتظم
والأصوات اللغوية ذات للموجات غير المنتظمة هي الأصوات الاحتكاكية المهموسة .
وذلك لأنه أثناء نطق هذه الأصوات يحدث أن يضيق مكان ما في الجهاز الصوتي^١
لدرجة تسمح للهواء الخارج من هذا المخرج بأن يضطرب عشوائياً محدثاً موجات
غير منتظمة تظهر في رسوم الحليف على شكل حزمة صوتية ذات تردد وعرض
معين . والأصوات العربية التي تنتم بهذه الصفة هي : /ف/ ، /ث/ ، /س/ ، /ش/ ،
/خ/ ، /ح/ ، /هـ/ . و الشكل ٦. ٢. يبين تردد /ث/ وبقية هذه المجموعة لها
خصائص مشابهة إلا أنها تتباين في تردداتها وشدها ، كما هو الحال في الشكل ٦. ٥.
الذي يوضح الفرق بين /س/ و /ث/ .

هذا بالنسبة للأصوات الاحتكاكية المهموسة وغير المطبقة ، وهناك صوت
احتكاكي ومهموس إلا أنه مطبق وهو /ص/ . والحقبة هي أنه لا يوجد فرق بين هذا
الصوت وبظيرة /س/ الذي له نفس المخرج ولا يختلفان إلا في خاصية الإطباق .
وعند النظر إلى ترددهما في الرسم الحيفي نجدهما متطابقين ، بمعنى أننا لا نستطيع
أن نفرق بينهما لمجرد النظر في كل واحد منهما ، كما أننا لا نستطيع أن نميز بينهما
إذا ما فصلنا كل واحد منهما عن بقية الكلمة واستمعنا له مفرداً . فالعرق بينهما ليس

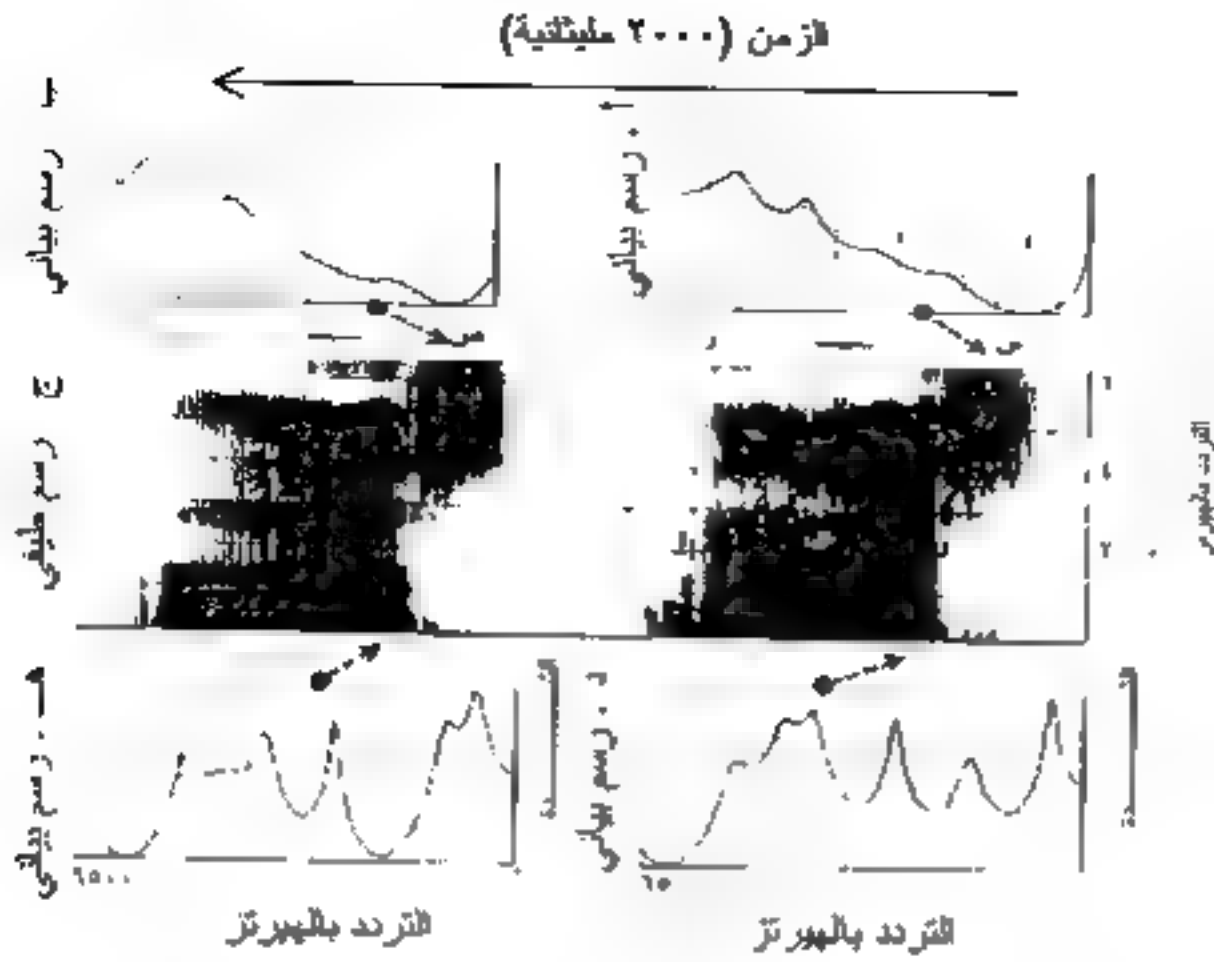
^١ كما بحث عدد النقاء الشعة السطى مع التلأيا العليا أثناء نطق الصوت/ف/ .

في الصوت نفسه ولكنه في الصوت المجاور له . وكما ذكرنا سابقاً في حالة /ط/
فيه أيضاً في حالة /ص/ يظهر الفرق في تردد النطاق الرنيني الثاني للصائت
المجاور . فالنطاق الرنيني الثاني يكون تردده منخفضاً أكثر منه في حالة نظيرة /س/
(الشكل ٦ . ٦) .



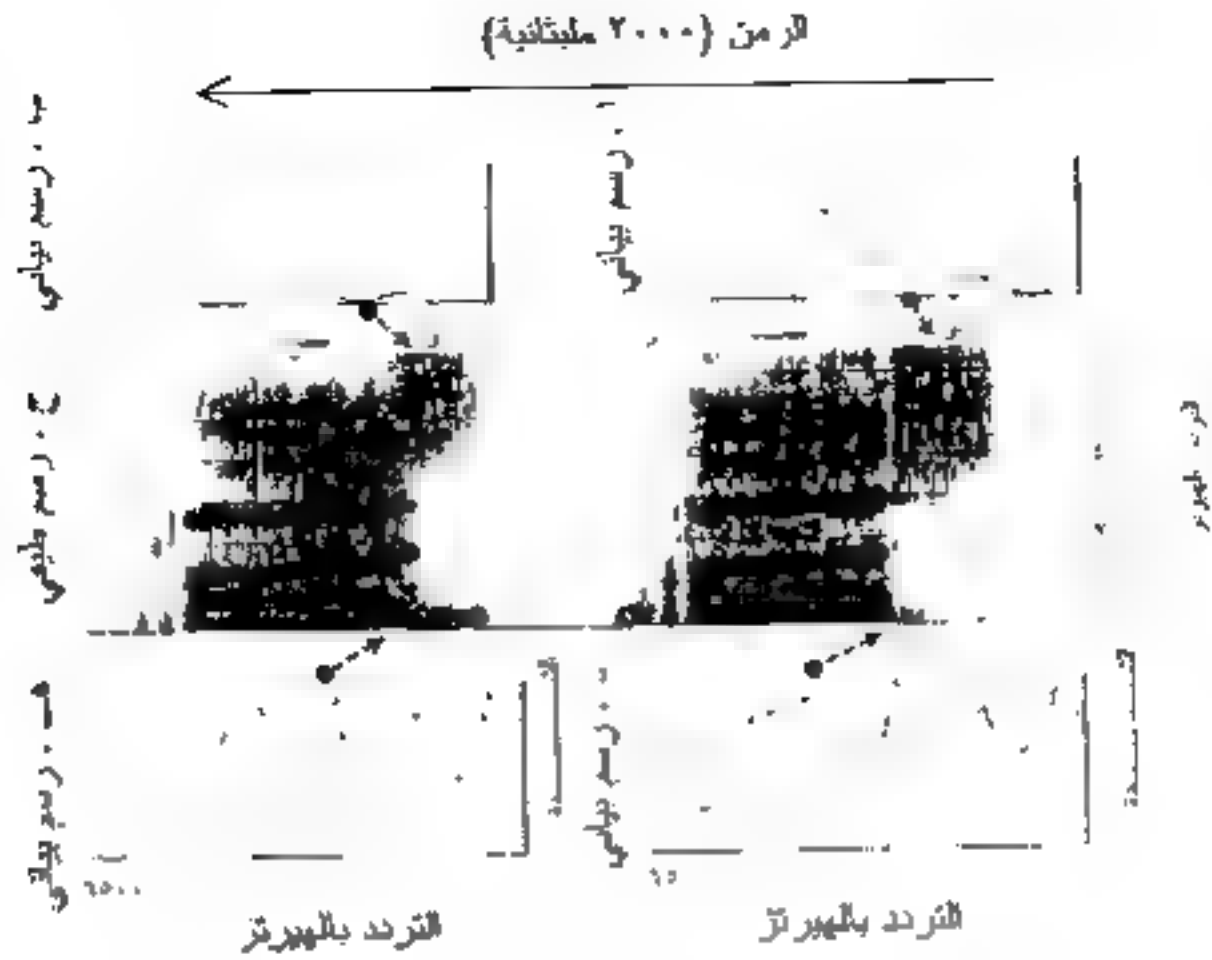
الشكل ٥. ٦.

رسم طيفي للكلمتين "سار" و "شار". ويظهر الفرق واضحاً في تردد كل من الصوتين /س/ و /ش/ (الشكلان أ، ب)، كما يظهر تأثير كل من الصوتين على النطق الرئيسية في بداية الصائت المجاور (الشكلان د، هـ) وذلك بطراً لاختلاف مخرجيهما.



الشكل ٦.٦ .

رسم طيفي للكلمتين "سار" و "صار" . ويظهر التشبه الكبير بين تردد الصوتين /س/ و /ص/ (الشكلان أ و ب)، بينما يظهر الاختلاف بينهما في تردد النطاق الرنيني الثاني للصقت المجاور (الشكلان د و هـ) فالتردد منخفض في حالة /ص/ عنه في حالة /س/ ، وهذا ناتج عن التخميم المصاحب لـ /ص/ ولدي يرتفع فيه مؤخر اللسان .



الشكل ٧.٦.

رسم طيفي للكلمتين "سار" و "زار". ويظهر الفرق بين تردد الصوتين /س/ و /ز/ (الشكلان أ و ب) في وجود تردد منخفض (٣٠٠ هيرتز) للصوت /ز/ بينما لا يظهر هذا للتردد في الصوت /س/، وهذا يعود لكون الأول مجهورا بينما الآخر مهموسا . ويلاحظ أيضا قصر المدة الرمزية التي تستغرقها /ز/ عن تلك التي تستغرقها الصوت /س/ . وهذه ظاهرة عامة يكون فيها للصوت المجهور أقصر زمنا من الصوت المهموس المشترك معه في المخرج نفسه .

ما الأصوات المجهورة الاحتكاكية فهي حليط من الموجات المنتظمة الناتجة عن تردد الرقيقتين الصوتيتين والموجات غير المنتظمة الناتجة عن اضطراب الهواء بحرج من محرج للصوت . وهذه الأصوات هي : /د/ ، /ذ/ ، /ح/ ، /ع/ ، /غ/ . وهي شبيهة بالأصوات الاحتكاكية للمهموسة عندما تظهر في الرسوم الطبيعية ، إلا أن الفرق بين المجموعتين يكون في حالة الأصوات المجهورة ، إذ تظهر ترددات الرقيقتين الصوتيتين في أسفل الرسم الطبيعي (٣٠٠ هرتز) ، أما الأصوات المهموسة فحالية من أي تردد في هذا النطاق (الشكل ٦ . ٧) .

والصوت /ط/ من الأصوات المطبقة ويشارك مع الأصوات المذكورة في الفقرة السابقة في خاصتي الجهر والاحتكاك . إلا أن الفرق بينه وبينها هو الفرق نفسه بين /ص/ و /س/ . أي أن تردد النطاق الرنبي الثاني يكون منخفضا للأسباب التي ذكرناها تحت خصائص الأصوات الشديدة .

٦ . ٣ . ٣ . أصوات ذات ترددات منتظمة

يعود السبب لانتظام موجات بعض الأصوات إلى تردد الرقيقتين الصوتيتين الذي هو مستط . بمعنى أنه في حالة الأصوات ذات التردد المنتظم تكون الرقيقتين صوتيتين متذبذبتين . ومن ثم فإن الأصوات ذات للموجات المنتظمة هي جميع

الأصوات ما عدا الأصوات المهمومة ، ومنها الصوائت وأشباه الصوائت والحانية
والأنفية .

٦ . ٣ . ٣ . ١ . الصوائت

ذكرنا سابقاً بأن للصوائت ثلاثة أنواع ، وسنجد أن لموجات كل منها خصائصه
الغيزائية . وتتميز الرسوم الطبيعية للصوائت بنطق رنينية واضحة إلا أنها على
ترددات مختلفة بناء على نوعية الصائت .

٦ . ٣ . ٣ . ١ . الصوائت القصيرة

الصوائت القصيرة ثلاثة : عالي أمامي / — / ، وعالي خلفي / — / ،
ومنخفض / — / . والفرق بين الصوائت الثلاثة من الناحية الأوستية هو الفرق في
تردد النطاقين الرنينيين الأول والثاني . فجد أن النطاق للرئيسي الأول يكون منخفضاً
في حالة الصائتين العاليتين ، وعالياً في حالة للصائت المنخفض . ويكون النطاق
الرئيسي الثاني عالياً في حالة للصائت الأمامي ومنخفضاً في حالة الصائتين الخلفي
والمنخفض .

٦. ٣. ٣. ١. ٢. للصوائت الطويلة

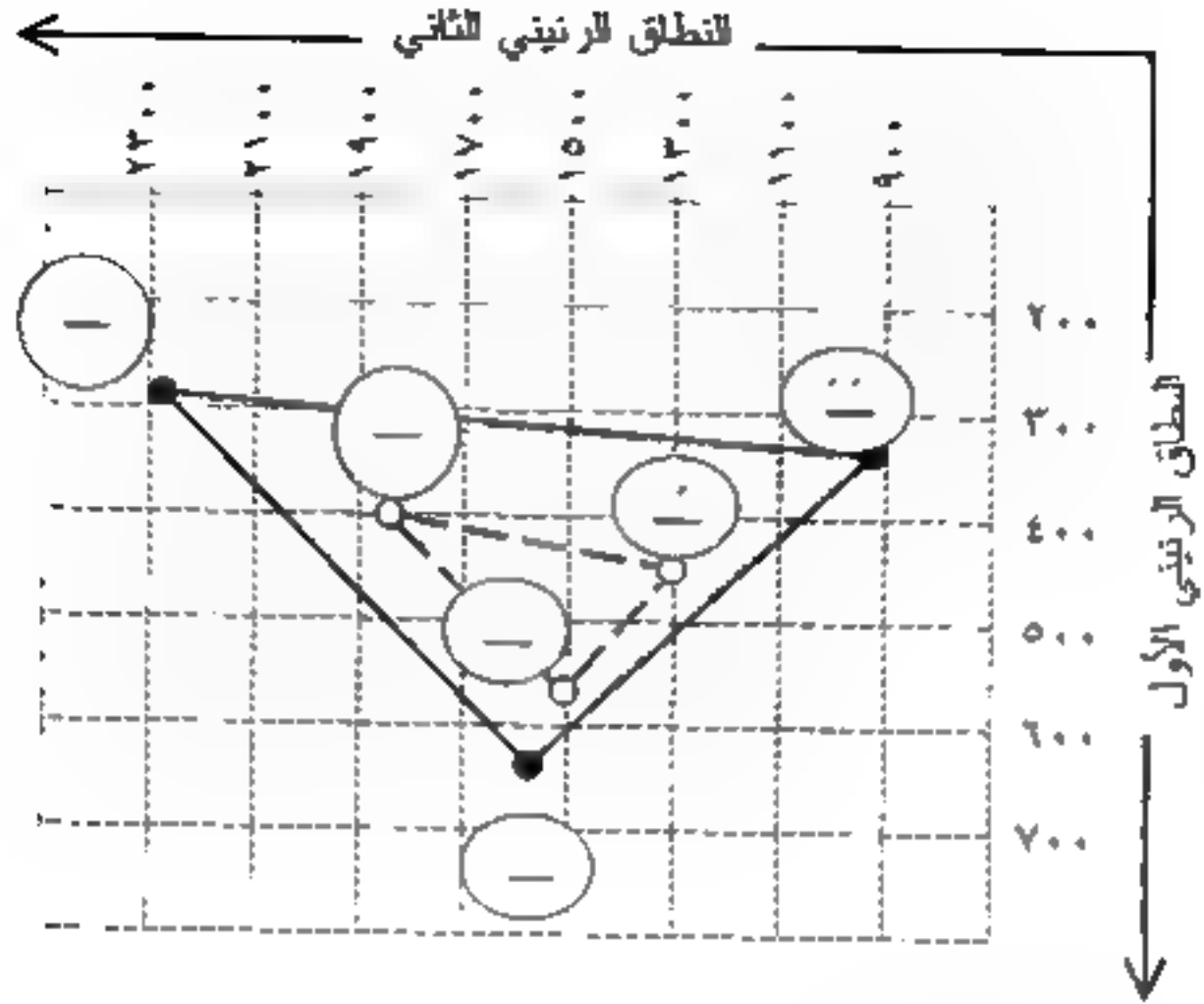
الصوائت الطويلة ما هي إلا صوائت قصيرة إلا أن مدتها الزمنية تساوي ضعف مدة الصوائت القصيرة تقريباً . فالفرق الأساس إذن ما هو إلا فرق في المدة/الكمية quantity . ومع هذا فهناك فرق في الكيفية quality أيضاً ، إلا أنه فرق ثانوي بين المجموعتين . فلو وضعنا تردد النطقين الرئيسيين الأول والثاني لجميع الصوائت القصيرة منها والطويلة ، لظهر عندنا فرق في تردد النطق الرئيسة بين الصوائت القصيرة وما يقابلها من الصوائت الطويلة (الشكل ٦. ٨) .

٦. ٣. ٣. ١. ٣. للصوائت الثنائية

هناك صائتان ثنائيتان في اللغة العربية وهما / — / و / — / كما في الكلمتين " قول " و " بيت " على التوالي . وكما هو واضح من تركيبتهما فإنهما يظهران في الرسوم الطيفية على شكل مزيج من صائتين (الشكل ٦. ٩) .

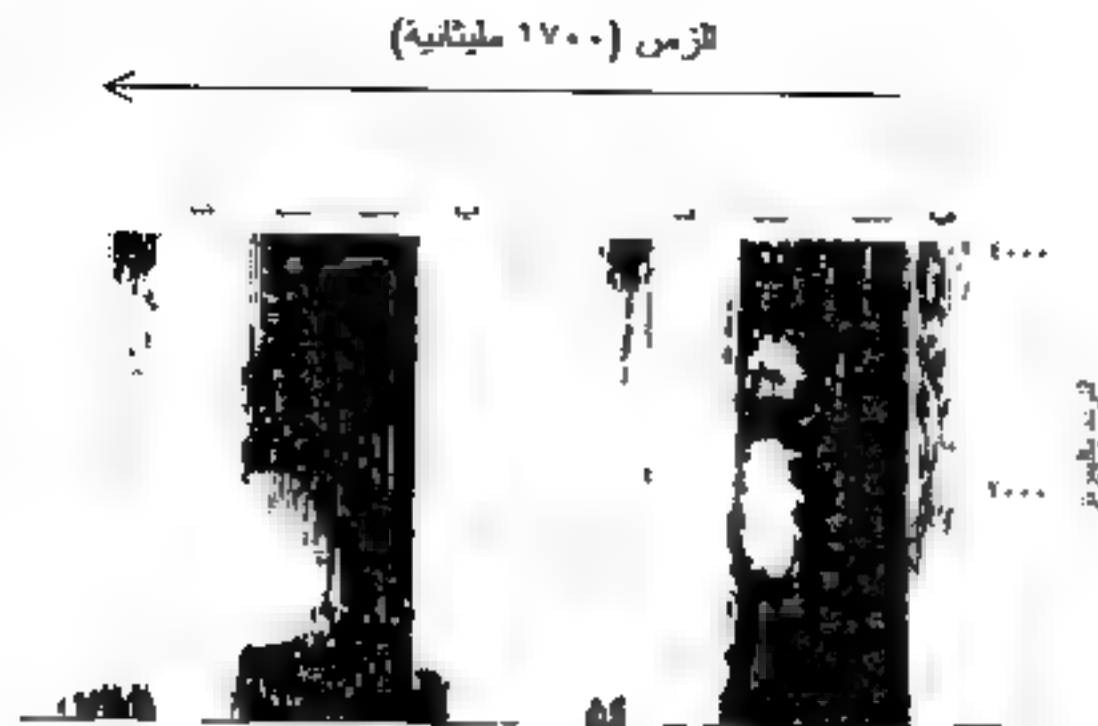
٦. ٣. ٣. ٢. أشباه للصوائت

شبهها الصوائت في العربية هما / ي / ، / و / . وهما يشبهان الصائتين العاليي الأمامي والعالي الخلفي ، على التوالي . والفرق بينهما من الناحية الفيزيائية هو أن النطاق الرئيسي الأول أكثر انخفاضاً فيهما منه في حالة للصوائت (الشكل ٦. ١٠) .



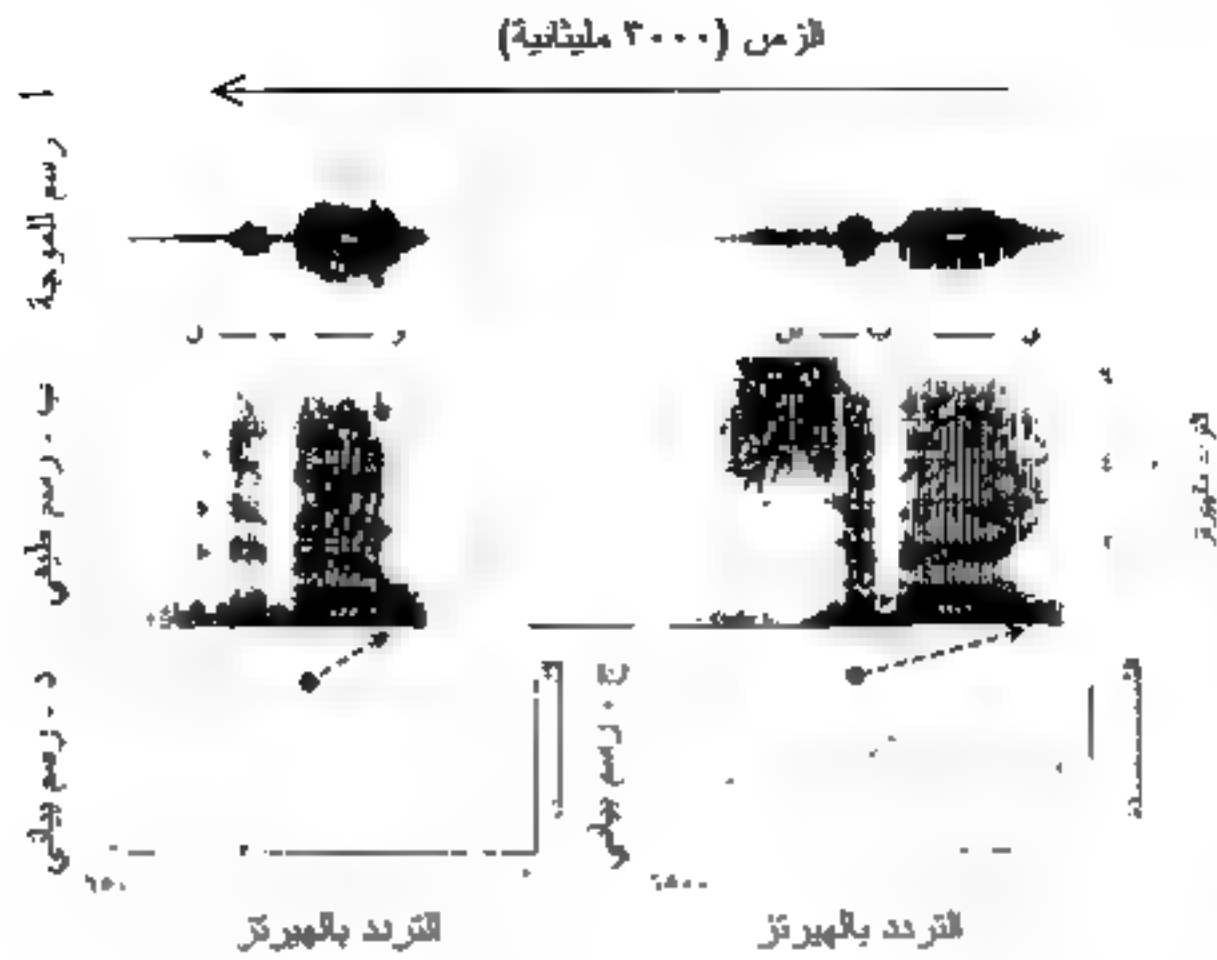
الشكل ٨ . ٩

رسم بياني يوضح تردد السطاحين الرنينيين : الأول والثاني
 لصوائت العربية متلما نطقها خمسة سموديون وهي محمولة في
 إطار /س/ ، حيث _ تمثل الصائت . تردد للسطح
 الرنينية هما بالهيرتز .



الشكل ٩ . ٦ .

رسم طيفي للكلمتين "قوت" و "بيت" يوضح تغير النطق
الرميحية للصوائت الثنائية . إذ يبدأ للنطق الأول والثاني
في كلتا الكلمتين بنفس الترددتين تقريبا إلا أنهما يأخذان في
التغير كلما اتجاها إلى نهاية الصائت .



الشكل ٦ . ١٠ .

رسم لموجة الكلمتين "بابس" و "وايل" في الشكل أ ، مفصلة في الرسم الطبيعي (الشكل ب) ، ويبين الشكلان ج و د تردد النطق الرئيسية للصوتين /ب/ ، /و/ إذ يبرز الفرق بينهما ولصحا في تردد النطاق الترنيني الثاني .

٦. ٣. ٣. ٣. الصوت الجانبي

هناك شبه بين تردد موجات الصوت /ل/ وتردد موجات الصوتات . و الفرق بينهما هو أن النطق الرئيسية تكون منخفضة القعدة في حالة /ل/ عنها في حالة الصوتات (الشكل ٦. ٣.) .

٦. ٣. ٣. ٤. الأصوات الأنفية

تشبه الرسوم الطيفية للأصوات الأنفية الرسوم الطيفية للصوت الجانبي مع اختلاف طفيف وهذا الاختلاف هو ظهور ما يسمى بمصائد النطق الرئيسية antiformalants . إذ نشاهد في حالة الصوتات نطقاً رئيسية على محور التردد بفصل بينها مساحات أقل شدة يظهر فيها خطوط عمودية تمثل تردد الرققتين الصوتيتين . أما في حالة الأصوات الأنفية فإن رسوم اللطيف تبين نطقاً رئيسية بفصل بينها مساحة حالية تماماً من أي ترددات .

أما الفرق بين /م/ ، /ن/ فإنه شبه إلى حد كبير بالفرق بين /ب/ ، /د/ ، على التوالي . أي أنه فرق في تردد النطق الرئيسية الانتقالية للصوت المجاور .

٦. ٣. ٤. النطق المشترك

ونسمى بالإتحليزية coarticulation . وهو أن الجهاز الصوتي عندما يكون على وضع معين لإخراج صوت ما فإنه لا يبقى ثابتاً فترة طويلة وإنما تبدأ التعديرات ستعد : ليطق الصوت التالي . بمعنى أن الموجه الصوتية تحمل خاصيتين :
لخاصية الأولى : هي أن هناك وضعاً مستقراً للجهاز الصوتي أثناء نطق صوت ما .
لخاصية الأخرى : هي حالة الانتقال من الوضع الخاص بصوت ما إلى الوضع الخاص بالصوت التالي .

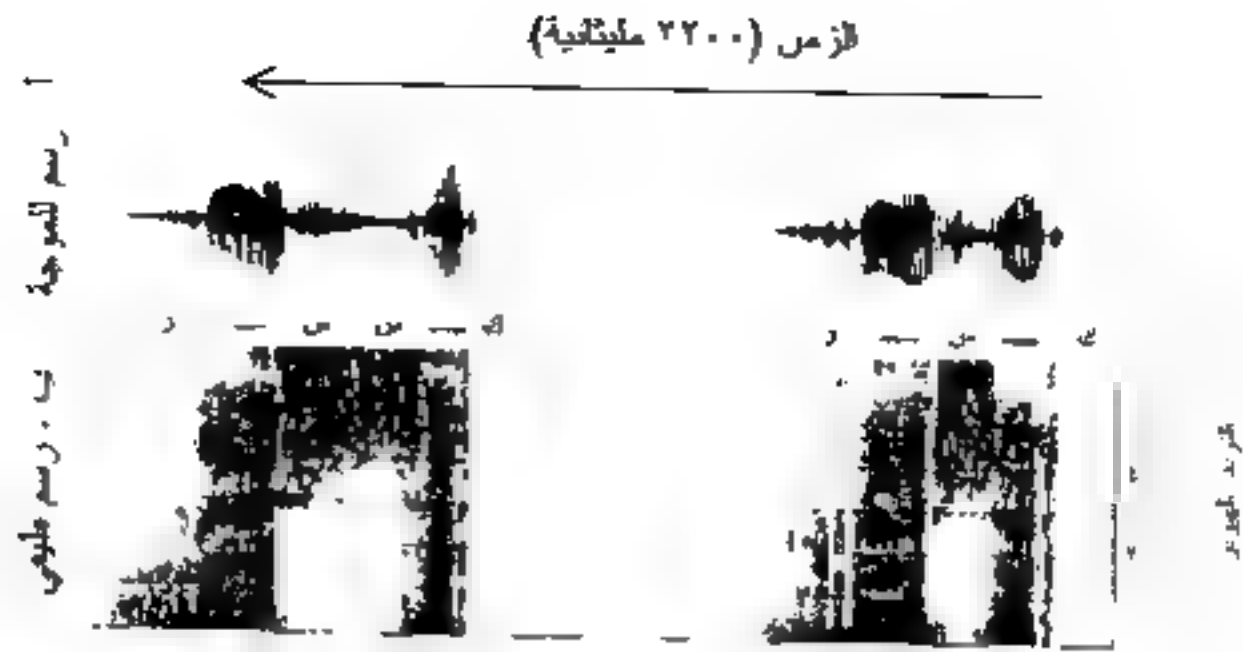
ويمكن مشاهدة النطق المشترك في الرسوم الطيفية ، إذ تظهر على شكل تغير سريع في تردد النطق الرئيسية للصائت والذي سبق وسميها بالنطق الرئيسية الانتقائية . ولا يقتصر النطق المشترك على النطق الرئيسية الانتقائية وإنما يحدث أيضاً في جميع حالات الانتقال من صوت إلى آخر حتى وإن لم يظهر في الرسوم الطيفية .
هناك أجهزة أخرى تعين على دراسة النطق المشترك ، منها رسام الحثك الكهربائي (الطر ٩ . ١ . ٦) .

٦. ٣. ٥. التضعيف

ذكرنا سابقاً أن جميع أصوات اللغة العربية إما أن تكون مفردة أو مصعفة . وأن لفرو بينهم هو فرق في المدة الزمنية . أي أن مدة الصوت المفرد نصف المدة

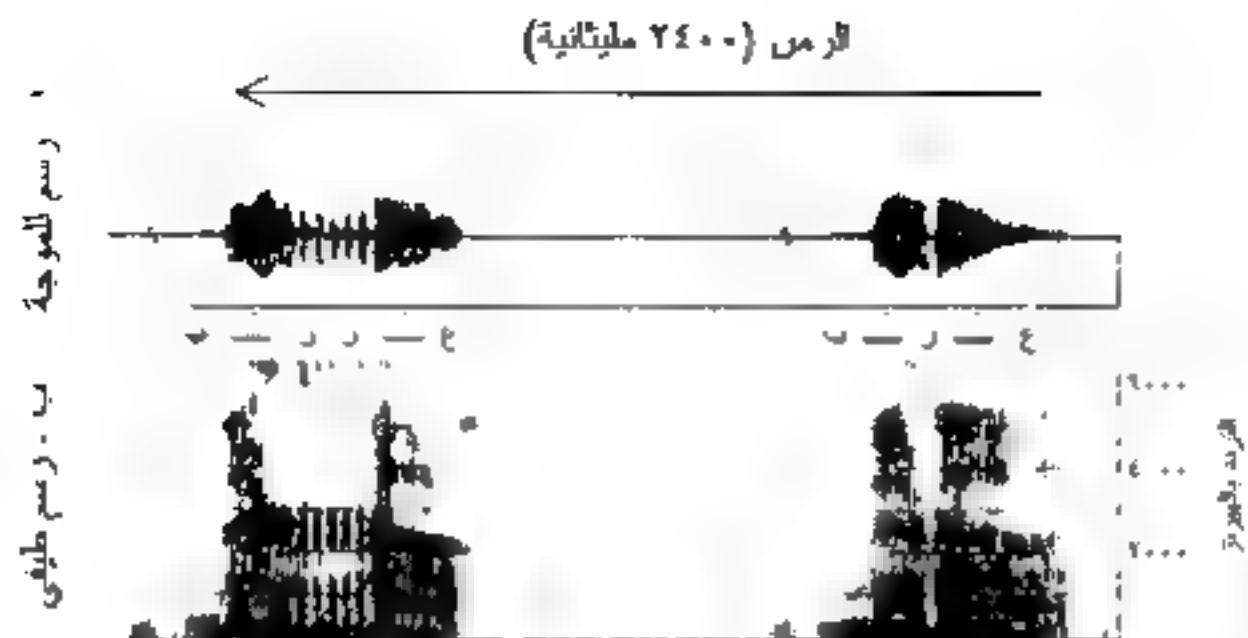
الرمزية للصوت المضعف . وتختلف مدة للصوت حسب موضعه في الكلمة وحسب عدد الكلمات في الجملة وحسب سرعة للمتحدث . فقد لا يتجاوز رمز الصوت لمعرد ٥٠ ميلي ثانية وقد يصل إلى أكثر من ١٠٠ ميلي ثانية . فالفرق هنا بين الصوت المفرد والمضعف فرق سببي يعتمد على عوامل أخرى . إلا أننا نجد أن المدة الرمزية للصوت مفرد في جملة منطوقة تماثلي تقريباً نصف المدة للصوت نفسه وهو مضعف في الجملة نفسها ومنطوق بالطريقة نفسها وبالمتحدث نفسه (الشكل ١٢ . ٦) .

والصوت /ز/ في اللغة العربية خاصيته . وهو أنه في حالة للتصغير يجد تكراراً لطقه أكثر من مرتين . فالفرق هنا ليس فرق في المدة للرمزية ولكنه فرق في عدد مرات التكرار لنص الحركات الأوستية (الشكل ١٣ . ٦) .



الشكل ١٢.٦.

رسم لموجة الكلمتين : "كسر" و "كسر" في الشكل أ ، مفصلة في
الرسم الطيفي (الشكل ب) . ويلاحظ أن مدة زمن /س/ المشدد
تعاادل ضعف زمن نظيرتها للمعردة .

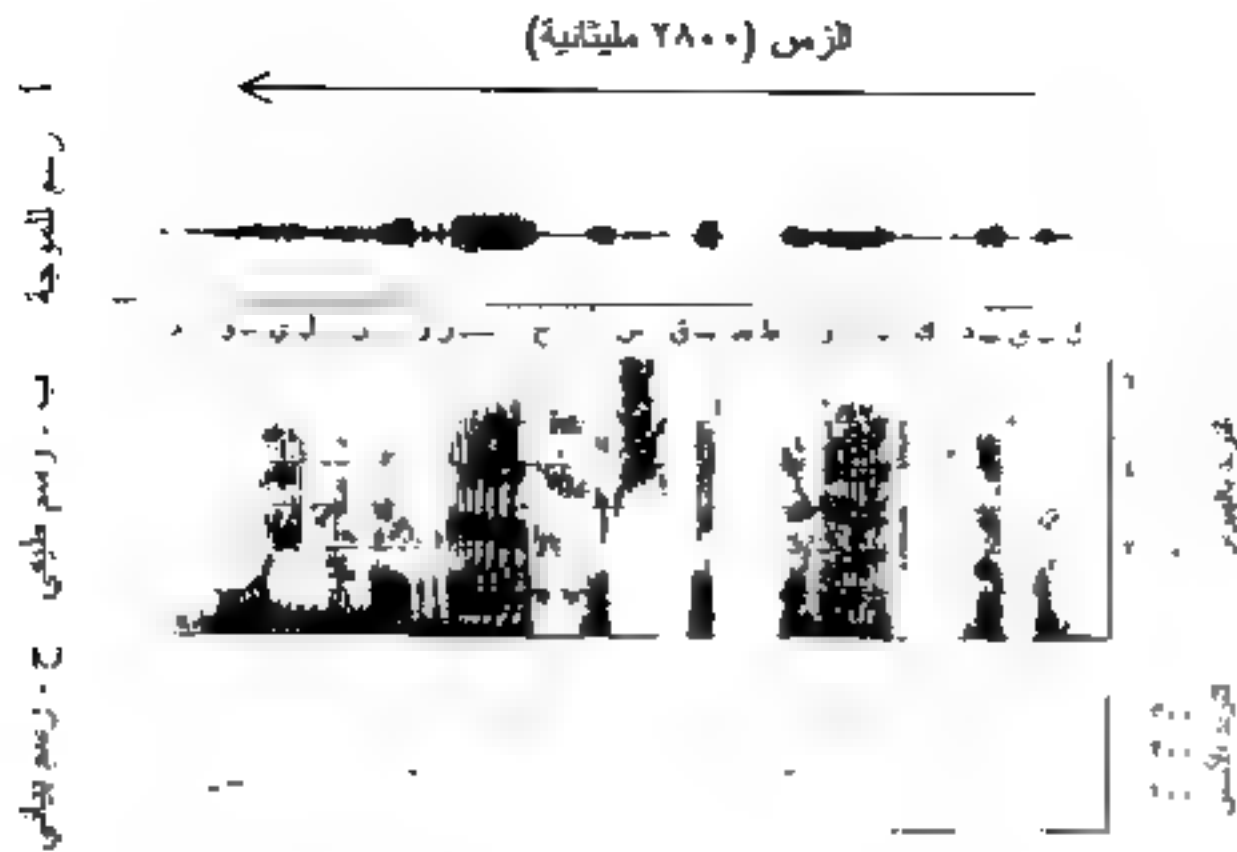


الشكل ٦. ١٣.

رسم لموجة الكلمتين : 'عرب' و 'عرب' في الشكل أ ،
مفصلة في الرسم الطيفي (الشكل ب) . ويلاحظ أن /ر/
المضغعة تكررت ست مرات .

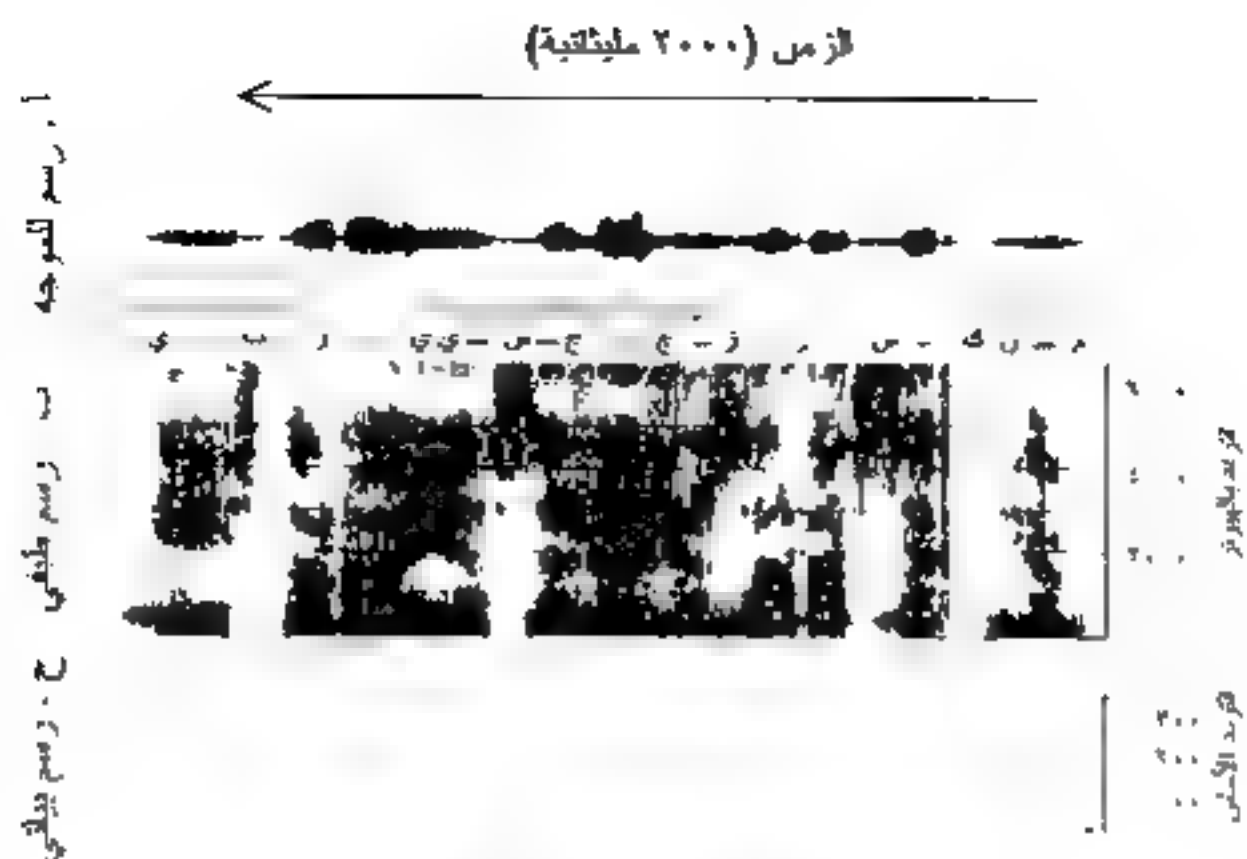
٦ . ٣ . ٦ . التردد الأساس

يظهر التردد الأساس في رسوم الطيف على شكل خطوط رأسية يمكن مشاهدتها بوصوح في أي من الرسوم المعروضة للصوائت في هذا الفصل . فكل خط رأسي يمثل حالة اعتماد الرقيقتين الصوتيتين أثناء التذبذب . وبين الشكل ٦ . ١٤ ، رسماً طيفياً وبإحدى حملة خبرية . إذ يبدأ فيها التردد الأساس منخفضاً نسبياً ثم يزداد في منتصف الجملة ليصل إلى أقل انخفاض بنهاية الجملة . أما الشكل ٦ . ١٥ ، فهو جملة استهامية نشاهد فيه كيف تنتهي الجملة بارتفاع ملحوظ للتردد الأساس . ويظهر الفرق في التردد الأساس أيضاً على مستوى للكلمة ، فالمقطع الأول غالباً ما يكون تردده الأساس أعلى منه في المقطع الثاني (أنظر ٤ . ٤) .



الشكل ٦ . ١٤ .

رسم لموجة الجملة الخبرية فقد كان الطقس حاراً اليوم. (الشكل أ)
 ورسم طبيعي لتردد نصر الجملة (الشكل ب) ، ورسم بياني يبين تردد
 الرقبتين الصوتيتين (الشكل ج) . ويلاحظ أن للصائت الطويل
 / — / حاز على أعلى تردد للعبين الصوتيين (٢٠٠ هيرتز) ، كما
 أن ترددهما أحد في الانخفاض تدريجياً مع القرب من نهاية الجملة .



الشكل ٦. ١٥.

رسم لموجة الجملة الاستفهامية "من كسر زجاج سيارتي؟" (الشكل أ)
ورسم طيفي لنفس الجملة (الشكل ب) ورسم طيفي يبين تردد
الرققتين الصوتيتين (الشكل ج) ، ويلاحظ أن تردد الرققتين
الصوتيتين بدأ منخفضاً ثم أخذ في الارتفاع ليبلغ أعلى حد له في
نهاية الجملة .

٦. ٤. الخلاصة

كان هذا الفصل عن الخصائص الأكوستية للأصوات العربية . ورغم عرص
مادح لم رسوم طبيعية لأصوات اللغة العربية إلا أن تقديم نتائج دقيقة يعتمد على دراسة
موسعة تضم عدداً كبيراً من المتحدثين وعلى أخذ قياسات لأصوات للعربية وحسب
النتائج إحصائياً . وأرجو أن يتم إنجاز شيء من ذلك قريباً .

٧. الصوتيات السمعية

ربما في اخراج الأصوات للعوية أنها تمر بعدة مراحل . حيث إنه بعد تحديد حجمه بما فيها من كلمات وقواعد نحوية وصرفية وما تحويه كل كلمة من فونيمات ، يتم إرسال إشارات عصبية من الدماغ لتصل إلى عضلات الجهاز الصوتي بما فيها عضلات القصص للصدرى . هذه الإشارات تكون على درجة عالية من التنسيق وانتداع ، بحيث يتم إرسال الإشارات العصبية الخاصة بكل فونيم على حده ، بعد أن تنتقل من المستوى الفونولوجي إلى المستوى الفونتيكي . وعندما تصل الإشارات العصبية إلى عضلات جهاز النطق تقوم هذه العضلات بالانقباض بحيث تؤثر على لهُوء الخارج من الجهاز التنفسي مصدرة بذلك موجات صوتية .

وما يحدث أثناء إدراك الأصوات للعوية هو عكس ذلك تماماً . إذ يكون البدء بالموجات الصوتية ويكون الانتهاء بإدراك الفونيمات ؛ لأنه بعد أن تصل الموجات الصوتية إلى الأذن ، تنتقل إشارات عصبية من الأذن إلى الدماغ حاملة معها الخصائص الفيزيائية لتلك الموجات من شدة وتردد ، فتصل إلى المستوى الأكوستي

هذا مستوى تحييلي في الدماغ وتشارك فيه الحيوانات مع الإنسان . والذي يبدأ على هذا المستوى هو تحييل هذه الإشارات وإرسالها لمناطق أخرى في الدماغ لتحديد نوعية الإشارة الصوتية ومصدرها وعرضها ، لتسمع ، وإلا كانت الإشارة لعمية فإنها تتعدى هذا المستوى إلى المستوى الفونتيكي ثم المستوى الفونولوجي هي حالة ما إذا كان السامع إنساناً .

ثم نتخطاه إلى المستوى العونتيكي/الأصولي والذي يتم فيه تحديد للصوت بناء على حصائصه الأكوستية المذكورة في الفصل السابق ، بعد ذلك تنتقل إلى المستوى الفونولوجي ثم إلى مستويات أعلى حيث يتم تحديد للكلمات والتركيب الحوية والصرفية لاستخلاص الفكرة في نهاية الأمر .

هناك ترابط قوي بين هذا الفصل والفصل السابق . إذ إن الحصائص العيرياتية لموجات الصوتية هي التي يستخدمها السامع في إدراك الأصوات اللغوية ولهذا فإننا سنتحدث عنها بشيء من التفصيل وخصوصاً التجارب التي عملت على الموجات الصوتية في سبيل التعرف على الطريقة التي بنهجها جهاز السمع والإدراك اللغوي عند الإنسان . ومن أجل ذلك فإننا نحتاج أن نعرف جهاز السمع عند الإنسان الذي عن طريقه تنتقل الإشارات العصبية إلى الدماغ حاملة خصائص للموجات الصوتية ومن ثم يتم تحليلها دماغياً وإرسالها للتعرف على الرسالة اللغوية إلى منطقة بروكا Broca's area ومنطقة ورنك Wernicke's area ونعرف المنطقتين بمنطقة الكلام speech area . وغالباً ما تقع منطقة الكلام في الفص الأيسر من دماغ الشخص الأيمن ، وفي معظم الحالات في الفص الأيمن من دماغ الشخص الأيسر . لهذا نجد كثيراً ممن يصابون بجلطة في الفص الأيمن من الدماغ يصابون بالحبسة^٢ .

^٢ الحبسة هي فقدان القدرة على استخدام اللغة بشكل طبيعي ، وتنتج في الغالب عن جلطة دماغية أو إصابة في منطقة الكلام بالدماغ .

٧. ١. تشريح ووظائف للجهاز السمعى

تتكون الأذن عند الإنسان كما هو موضح في (الشكل ٧. ١) من ثلاثة أجزاء

رئيسة :

(١) الأذن الخارجية ، وهي عبارة عن صول الأذن وقتاتها .

(٢) الأذن الوسطى ، وتتكون من طبلة الأذن وثلاثة عظام صغيرة متصلة ببعضها

تسمى المطرقة والسندان والركاب .

(٣) الأذن الداخلية ، وتتكون من ثلاث قنوات هلالية^٣ وقوقعة .

ولكل من الأجزاء السابقة دور كبير في السمع ، وإذا ما تعطل أحدهما فإنه

يجب وصول الرسالة الصوتية إلى الأعصاب ومن ثم إلى الدماغ .

٧. ١. ١. الأذن الخارجية

الأذن الخارجية هي الجزء الوحيد من الأذن الذي يمكن مشاهدته بالعين المجردة .

فستطيع مشاهدة الصوان وبدلية فتحة قناة الأذن . وللصولن عبارة عن غضروف

^٣ هذه القنوات ليس لها علاقة بالسمع ولكن لها دور في حفظ توازن الإنسان أثناء المشي وغيره .

معطى بالحاد ويحيط بفتحة قناة الأذن . وهو شكل جملي لرأس الإنسان^١ أكثر منه نفعاً للجهاز السمعي .

يبلغ طول قناة الأذن ٢,٥ سم تقريباً^٢ وهي محمية بشعيرات وإفرازات شمعية تقي الأذن من الحشرات والغبار . وقناة الأذن مفتوحة من الخارج ومعلقة من الداخل لوجود طبلة الأذن التي تفصل بين تجويف الأذن الخارجية وتجويف الأذن الوسطى . وتقوم الأذن الخارجية بتضخيم الموجات الصوتية^٣ الواردة إليها لتبلغ من ضعفين إلى أربعة أصعاف شدتها التي كانت عليها عند مدخل القناة . بمعنى آخر ، أن الموجه الصوتية تكون أشد عندما تصل إلى طبلة الأذن منها عند وصولها عند بداية قناة الأذن.

كما أن الأذن الخارجية تساعد للدماغ في تحديد اتجاه مصدر الصوت ، وذلك لوجود أذنين على جهتين متضادتين من الرأس ، مما يتيح للدماغ حساب الفارق الزمني بين وصول الموجة الصوتية إلى كل أذن ، ويعتبر أن مصدر الصوت أقرب للأذن التي وصلتها الموجة الصوتية أولاً .

^١ بصور الأسى حد كثير من الحيوانات للثديية أهمية سمعية أكثر منه عند الإنسان لسببين : الأول ، أنه يمكن توجيهه إلى مصدر الصوت لجمع موجات أصوات أقل شدة ، والآخر ، أنه عبارة عن شكل مخروطي مما يساعد في تضخيم الموجات الصوتية الواردة إلى الأذن .

^٢ يختلف الطول حسب حجم الرأس .

^٣ الموجات الصوتية التي تتأثر هنا هي التي تقع بين ٢٥٠٠ هرتز و ٤٠٠٠ هرتز .

٧. ١. ٢. الأذن الوسطى

كما أسلفنا فإن الأذن الوسطى عبارة عن ثلاثة من العظام متصلة ببعضها على شكل سلسلة ، يتصل أولها بطبلة الأذن وآخرها بالقوقعة . وتقوم الأذن الوسطى بتحويل الموجات الصوتية إلى حركة ميكانيكية . إذ تقوم طبلة الأذن بالتنذب بناءً على الموجات الصوتية الواردة إليها ، هذه الحركة تنتقل من طبلة الأذن إلى المطرقة فالسندان فالركاب . ليس هذا هو الدور الوحيد للأذن الوسطى ولكنها تقوم أيضاً بتضخيم الصوت^٥ ليصل إلى ١٤ ضعفاً عندما يصل إلى نهاية الركاب عما كان عليه عند طبلة الأذن . وهذا يعني أننا نستطيع أن نسمع لموجات صوتية ضعيفة جداً ، ما كان لنا أن نسمعها لولا هذا التركيب الدقيق والمعقد للأذن الخارجية والوسطى .

٧. ١. ٣. الأذن الداخلية

الذي يهمنا في دراسة الأذن الداخلية هو جزء القوقعة . فهي التي يتصل بها الركاب ، ولرُبسُطت لبلغ طولها ٤ سم تقريباً . إذ هي عبارة عن أنبوب مغلق من الجهتين وضيق من أحد طرفيه وواسع نسبياً من الطرف الآخر الذي يتصل بالركاب . ويوجد داخل القوقعة شعيرات دقيقة جداً متصلة بالأعصاب . وتُسبغ أطراف الشعيرات

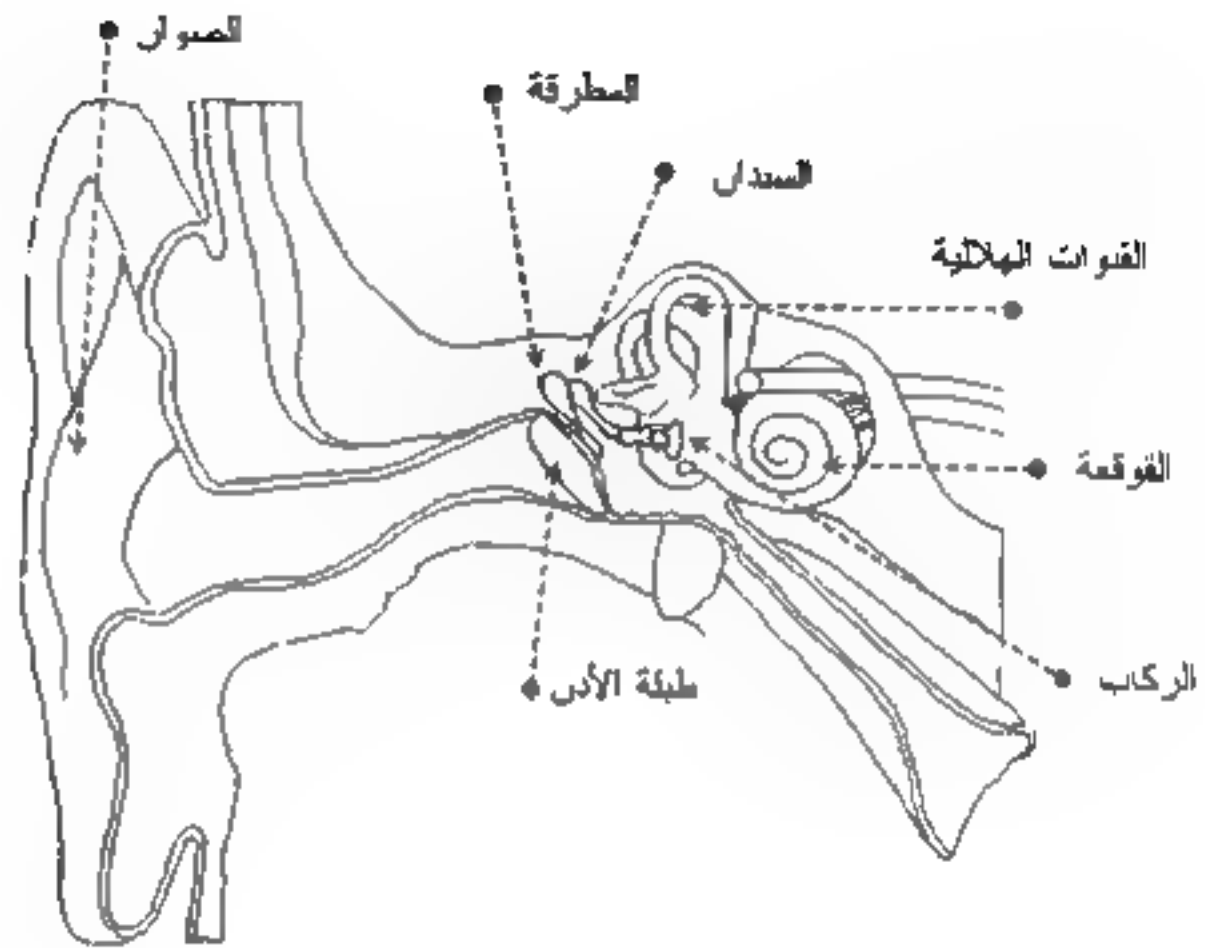
^٥ انظر الهامش رقم ٦ .

في سائل يملأ القوقعة . وإذا تنبذب الركاب^٦ فإنه يكون تموجات في السائل المكون لتجويف القوقعة . هذه التموجات تحرك الشعيرات التي تؤثر بدورها على الأعصاب الحسية فتنتقل الإشارات العصبية عبر الأعصاب إلى الدماغ حاملة معها الحصائص الاكوستية للموجة الصوتية التي أثرت في الجهاز السمعى .

ووظيفة طول وشكل القناة المكونة للقوقعة ، هو أن الموجات الصوتية ذات التردد المنخفض لا يصل تأثيرها إلى الطرف الضيق للقناة . وكلما زاد تردد الموجة الصوتية كانت التموجات أقرب إلى الطرف الضيق . وحيث إن الشعيرات المتصلة بالأعصاب منتشرة على طول الأنبوب ، فإن الدماغ يمكنه أن يميز بين درجات تردد الأصوات بناء على مكان الشعيرات التي أرسلت له الإشارة .

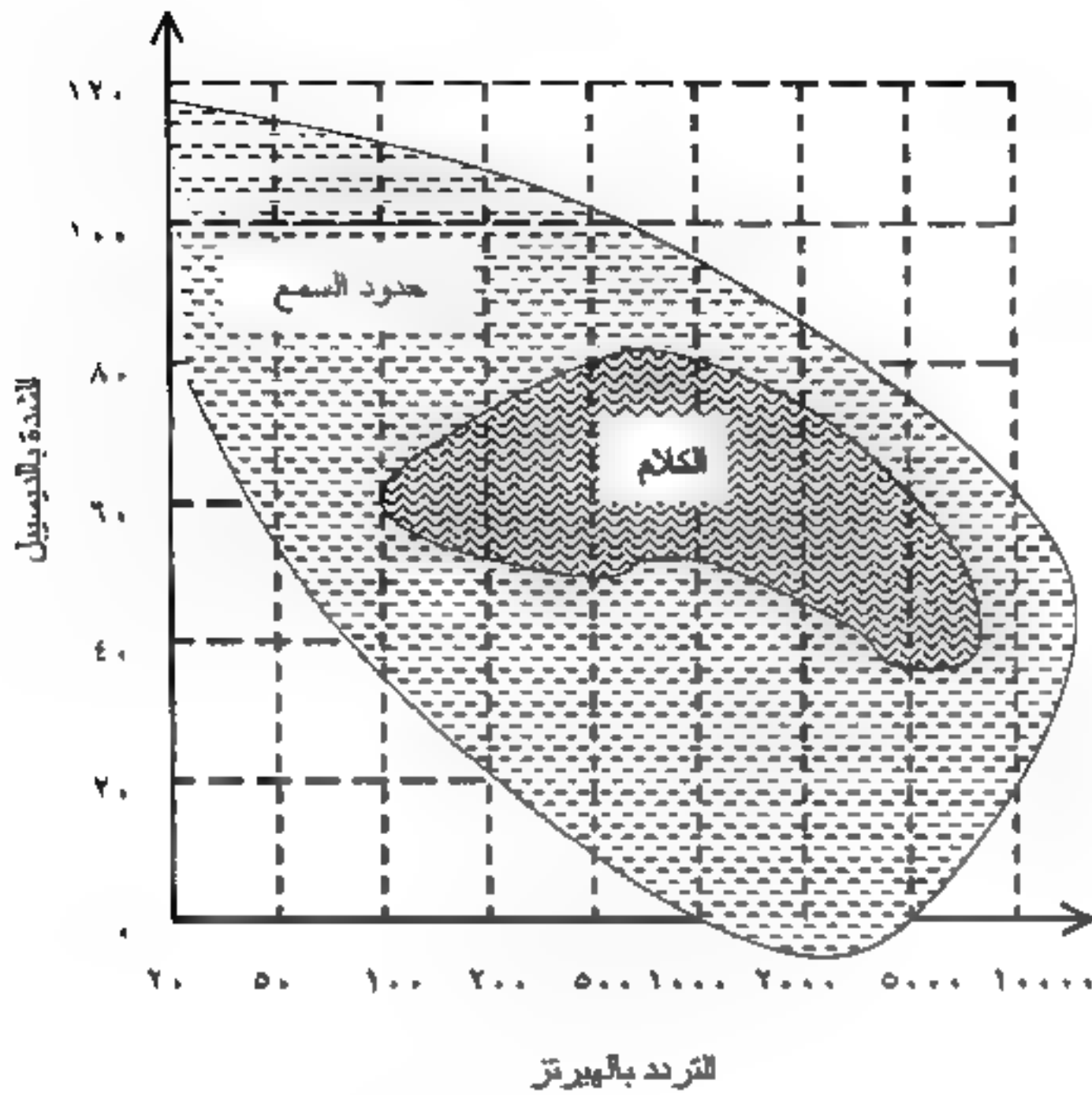
والشكل ٧.٢ يبين الترددات التي يستطيع سماعها ، بما فيها ترددات الأصوات المفوية .

^٦ نتيجة لوصول موجة صوتية إلى الأذن .



الشكل ٧ . ١ .

رسم تخطيطي لأذن الإنسان .



الشكل ٧. ٢.

يبين هذا الرسم البياني للترددات التي يمكن للنظام السمعي عند الإنسان سماعها ، وعلاقتها بشدة الصوت . والشكل يبين أيضا ترددات الأصوات اللغوية والتي تقع في منتصف الترددات الأخرى .

٢٠٧ . المشعرات الأكوستية

ذكرنا في الفصل السابق بأن لكل صوت لغوي خصائصه الفيزيائية . وقلنا بأننا نستطيع عن طريق هذه الخصائص أن نميز بين موجات الأصوات للتعويذة بصرياً عندما نطرق إلى رسومها الطيفية . ومن هنا قام الأصواتيون بعمل تجارب لاختبار مدى صحة هذه الخصائص . وإذا ثبت دور خاصية أكوستية محددة فإنها تسمى مشعرة أكوستية acoustic cue .

وتنقسم الاختبارات السمعية من هذا النوع إلى قسمين :

أولاً ، تسجيل مثيرات stimuli التي يكون من السهل التحكم في إحدى خصائصها الفيزيائية . ثم يطلب من بعض الأشخاص التعرف على الكلمة أو الصوت الذي سمعوه .

الأخر ، وهو الأكثر شيوعاً ، هو أن يطلب منهم الإصبات إلى إحدى المثيرات وبعد ذلك يعرض عليهم خياران أو أكثر ثم يطلب منهم اختيار أقرب كلمة أو صوت يتناسب مع المثير الذي استمعوا له . ومن هنا ظهر ما يسمى بالحدود بين الأصوات boundaries . وفي تجارب كهذه فإن الباحثين يستعينون بحاسب آلي يقوم بتصنيع الموجات الصوتية ، وذلك حتى يتسنى لهم التحكم في مشعرات محددة مع الإبقاء على بقية خصائص الإشارة الصوتية ثابتة .

وكنيت أود أن أوضح للدارس المشعرات التي يمكن أن يعتمد عليها السامع العربي،
لا سيما بفقر لنتائج دراسات علمية في هذا المضمار . فالتجارب العلمية وحدها هي
التي يمكن أن تثبت صحة اعتمادنا على مشعرات معينة . ومن ثم قابله وجد في
دراسات سابقة اعتماد ناطقين بلغات أخرى غير العربية على مشعرات معينة وأتوقع
أن تكون كذلك بالنسبة للغة العربية للثبته الأصواتي بينها وبين اللغات المدروسة .

٧ . ٢ . ١ . المدة الزمنية

يعتمد السامع على عامل الزمن للتمييز بين كثير من الأصوات اللغوية .
والأصوات اللغوية التي يعتمد السامع على عامل الزمن للتفريق بينها إما أن تكون
مختلفة في أمد موجات صوتية ثابتة الخصائص الفيزيائية وإما أن تكون مختلفة في أمد
موجات صوتية متغيرة الخصائص الفيزيائية . ومثال صوتين مختلفي الأمد وثابتي
الخصائص ، أن يكون أمد أحدهما ، مثلاً ، ٧٠ ملي ثانية والأخر ١٥٠ ملي ثانية وتردد
الطبق الرئيسية ثابت تقريباً في كلا للصوتين . بمعنى أنه لا يوجد اختلاف في
الخصائص الفيزيائية ليس بين الصوتين ولكن داخل الصوت نفسه . وهذا شبيه
بالتفريق بين الأصوات المصغرة ونظائرها المفردة . فنجد أن الفرق بين الناحية
الفيزيائية بين /ك/ و /ك/ في الكلمتين " ركز " و " ركز " ما هو إلا فارق في الأمد

الحالي من أي تردد . فالفرق هنا فرق في الأمد فقط . وبهذا نستطيع أن نفرق بين معظم الأصوات المفردة ونظائرها المضعفة .

وإضافة إلى أن أمد للصوت يشكل المشعر الأساس للتفريق بين الأصوات المفردة والمضعفة فإن له دوراً ثانوياً للتفريق بين الأصوات للمجهورة والمهموسة فلفند وجدد في دراسة صانعة^١ أن السامع العربي يعتمد على أمد الصوت كمشعر ثانوي^٢ للتفريق بين الأصوات المهموسة والمجهورة . فكلما كان أمد الصوت قصيراً نسبياً فإن السامع عندها يكون أقرب للحكم على الصوت بأنه مجهور ، والعكس صحيح بالنسبة للأصوات المهموسة .

ومثال اختلاف الأمد لموجات صوتية مختلفة الخصائص الفيزيائية ، اختلاف مدة تردد النطق الربعية الانتقالية . فالسامع يميز بين 'باد' و 'واد' بناء على أمد تردد النطق الربعية الانتقالية ، والتي تتمثل في النطائين الربعيين الأول والثاني اللذين يبدأان بترددتين منخفضتين نسبياً ويزداد ترددهما تدريجياً ليصلا إلى مستويي الترددتين المستمرتين للصائت /—/ فعندما تكون مدة تردد النطق الانتقالية قصيرة - ٣٠ مليونية تقريباً - فإنها تسمع 'باد' وعندما تكون مدتها طويلة نسبياً - ٣٠٠ مليونية - فإنها تسمع 'واد' .

^١ Aighamdi, 1990

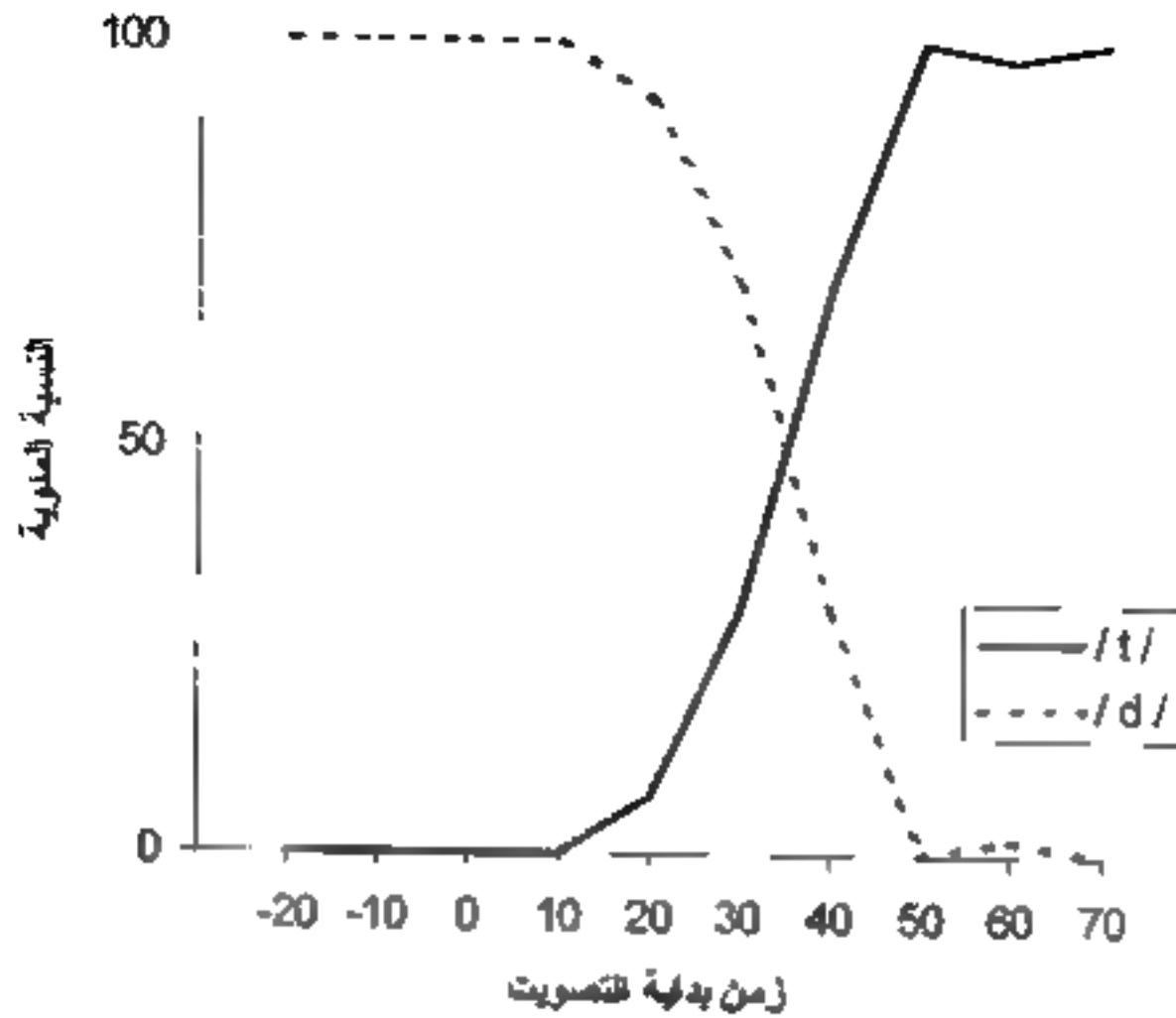
^٢ بعد مدة بداية التصويت التي هي المشعر الرئيس .

٧. ٢. ١. ١. توقيت بداية التصويت

ذكرنا سابقا بأن توقيت بداية التصويت هو الفارق بين الأصوات المجهورة والمهموسة . ومن ثم فإنه كان من المتوقع أن يكون لها دور أساسي بالنسبة للمسامع في التفريق بين هاتين المجموعتين من الأصوات اللغوية . وقد احتير الأصواتيون هذا المشعر فعلموا بتوليد موجات صوتية تمثل موجات كلمات بها صامت وقف مثل /د/ وتدرجوا في توقيت بداية التصويت من -١٠٠ ملينانية إلى +١٠٠ ملينانية . وأظهرت النتائج أن للمسامع يعتمد على هذا المشعر في التمييز بين صولنت للوقف المجهورة ونطائرها المهموسة .

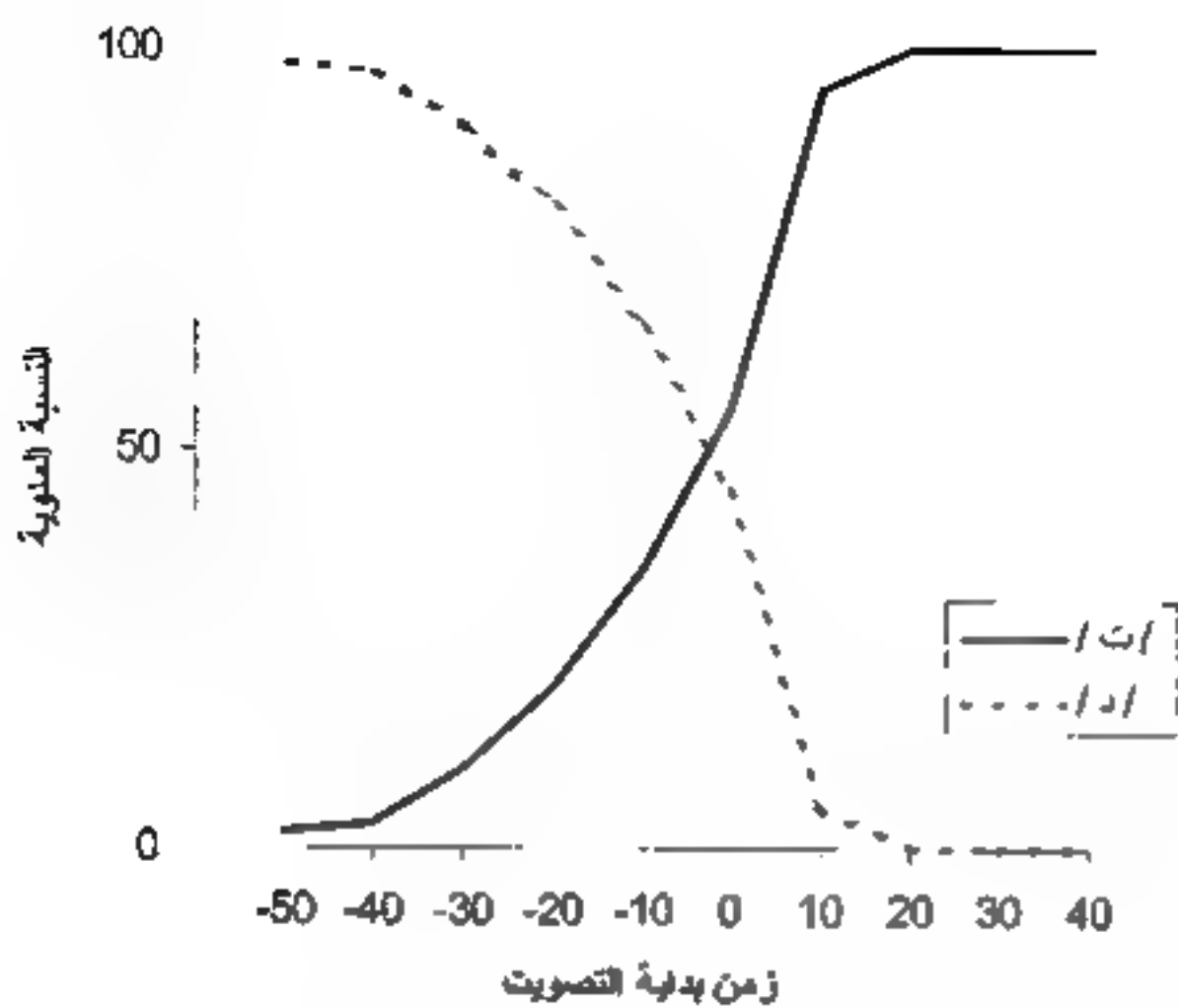
وقد تمت بتطبيق المبدأ نفسه على اللغة العربية فحصلت على نتائج مشابهة . إلا أن الحد الفاصل بين الأصوات المجهورة والمهموسة يقع على مساحة أكبر من ذلك الموجود في اللغة الإنجليزية . ورغم أن المسامع الذي لغته الأم إنجليزية يعتمد اعتمادا كبيرا على توقيت بداية التصويت للتفريق بين العنتين المذكورتين من الأصوات اللغوية ، إلا أنه يبدو أن الناطقين بالعربية كلمة أم يعتمدون على مشعرات أخرى^{١١} إضافة إلى مشعر توقيت بداية التصويت (الشكلان ٧. ٣ ، ٧. ٤) .

^{١١} ويبدو لي أنها النطق الرئيسية الانتقالية .



الشكل ٧.٣.

يبين تأثير مدة بداية التصويت على إدراك مستمع ومتحدث
 للإنجليزية للصوتين المجهور /d/ والمهموس /t/ ، فالحد بين هذين
 الصوتين هو عندما تكون مدة بداية التصويت +٣٥ ملثانية . والزمن
 الفاصل بين الصوتين يقع بين +٢٠ ملثانية و +٥٠ ملثانية
 (المعطيات في هذا الشكل مأخوذة من Lisker and Abramson
 1970).



الشكل ٧. ٤.

يبين تأثير مدة بداية التصويت على إدراك المستمع العربي للصوتين المحهور /د/ والمهموس /ت/، فالحد بين هذين الصوتين هو عندما تكون مدة بداية التصويت -٣٠ ملينائية. والزم من الفاصل بين الصوتين يقع بين -٤٠ ملينائية و +٢٠ ملينائية (المعطيات في هذا الشكل مأخوذة من Alghamdi, 1990).

يؤدي اختلاف تردد موجات بعض الأصوات اللغوية إلى تغير في إدراكها والصوت /س/ ذو تردد عالٍ يفوق ٤٠٠٠ هرتز . فإذا ما انخفض تردده ليقترّب من ٢٥٠٠ هرتز فإن السامع يدركه /ش/ .

كذلك بالنسبة لنطق الصوائت الرنينية . إذ إن الصوائت تتشابه فيما عدا تردد النطق الرئيسية ، وخاصة النطاقين الرئيسيين الأول والثاني . فإذا تغير تردد هذين النطاقين تغير الصائت الذي نسمعه . فالنطق لرنيني الأول مهم للتفريق بين الصائتين العلويين ، /ـ/ ، /ـُ/ من جهة والصائت السفلي /ـَ/ من جهة أخرى . والنطاق الرنيني الثاني هام للتفريق بين الصائتين العلويين .

أود في نهاية هذا الفصل أن أشير إلى أنه في الغالب ما يكون لكل صوت مشعرات متنوعة ومختلفة . فقد وجد في اللغة الإنجليزية أن المشعرات التي تفرق بين الأصوات الشديدة المهموسة والأصوات الشديدة المجهورة تصل إلى ١٧ مشعرة . وهذه ظاهرة طبيعية في اللغة ، وتسمى بالإطناب . فقد تحدثت كثيراً من أجل فكرة واحدة . حتى على المستوى النحوي والصرفي إذ نجد أننا في اللغة العربية على سبيل المثال نقول "كُنْتُ الغداة واجبها" وهنا يتضح الإطناب وذلك بظهور إشارة التأنيث في كل كلمة . وكان يمكن أن تظهر في الفاعل فقط وهو "الغداة" أو لا تظهر مطلقاً لأن دلالة "الغداة"

مؤنثة بطبيعتها دون ذكر دلالة لغوية على ذلك^{١٢} . وظاهرة الإطباق لا يجدها في اللغة العربية فقط ولكن في اللغات البشرية جميعها بشكل أو بآخر وعلى جميع المستويات اللغوية بما فيها الفونتيكي. وهذا ليس نقصا أو ميزة للغة ما ، ولكنه يبدو محاولة من المتحدث لإيصال رسالته للغوية إلى السامع دون لبس .

أما بالنسبة للمشعرات للصوتية فغالبا ما يكون هناك مشعر رئيس ومشعر أو مشعرات ثانوية ، ويستخدم السامع المشعر الثانوي في حالة غياب أو التباس المشعر الرئيس . فعلى سبيل المثال ، المشعر الرئيس للتفريق بين الصوائت الطويلة والقصيرة هو المدة الزمنية للصائت . فالسامع يدرك الصائت ذا المدة الزمنية الأطول على أنه صائت طويل . والعكس صحيح أيضا ، فهو يدرك الصائت ذا الأمد القصير نسبيا على أنه صائت قصير . إلا أنه عندما يتساوى أمد صائتين ، فإن السامع يلجأ - لا شعوريا - لمشعر آخر وهو تردد النطق للرئيسية في هذه الحالة .

ويندرج تحت ذلك المشعرات الأكوستية الأخرى ومنها توقيت بداية التصويت الحاص بالتفريق بين الأصوات المجهورة والمهموسة . فلقد ذكرنا بأن المشعر الرئيس بين هاتين المجموعتين هو توقيت بداية التصويت . إلا أنه في حالة غياب هذا المشعر ، فإن السامع يعتمد على النطق للرئيسية الانتقالية الواقعة بين الصائت

^{١٢} هذا خلاف دلالة كلمة " مسطرة " التي ليس بها ما يدل على الاثوثة .

و انصابت المجاور . فعندما تكون النطق الرنيبة الانتقالية حادة^{١٢} كلما كان للصامت أقرب إلى أن يكون مهموسا .

٧ . ٣ . الخلاصة

يقوم الجهاز السمعى بعمل عكس ما يقوم به الجهاز اللفظى . إذ يقوم بتحويل الموجات الصوتية إلى إشارات عصبية ترسل إلى الدماغ ليتم تحليلها وتصنيفها . وعندما تكون الموجة الصوتية لغوية فإنها تتعدى المستوى الأكوستى إلى المستوى الفونيتكى الذى تتم فيه عملية تحديد المشعرات الأكوستية ومن ثم التعرف على لأصوات اللغوية .

ونظرا لأن هناك أصواتا كثيرة فى اللغة العربية ليست موجودة فى لغات تمت دراستها سمعيا ، فإن تحديد المشعرات لكل صوت عربى سيبقى معلقا حتى تنجر دراسات أصواتية سمعية للتعرف على مشعرات الأصوات العربية .

^{١٢} أى مدتها الرميه قصيرة نسبيا .

٨. الصوتيات التطبيقية

يظهر على مر التاريخ البشري علوم متعددة تهدف إلى خدمة الإنسان فكرياً وثقافياً وتسهيل مهمته على هذا الكوكب . وهذا العصر من أكثر العصور طفرة في مجال تعدد أنواع المعارف والعلوم . فجدد الجامعات تعج بالتخصصات المختلفة التي ما تلبث أن ترداد كما وكيعاً مع مرور السنين . إلا أن الإنسان غالباً ما يتوقف ليتأمل مدى حاجته بتخصصات معينة . بل ما علاقة تخصص ما بحياته ؟ وما هي الفائدة المرجوة منه ؟

وقد نكون في عالمنا العربي من أقل الناس مساءلة لأنفسا عن تخصصات كثيرة في جامعات نوليها الكثير من الاهتمام دون تحديد دور هذه التخصصات في الرقي بالمجتمع العربي . ولهذا نجد شيوعاً لبعض التخصصات في معظم جامعاتنا واقتارها في الوقت نفسه لتخصصات قد نكون في أمس الحاجة لها . ولعل اللغويات بشكل عام والصوتيات بشكل خاص من التخصصات النادر تواجدها في الجامعات العربية . ومن ثم تتبادر إلى الذهن عدة تساؤلات :

هل نحتاج إلى الصوتيات كعلم في جامعاتنا ؟

وهل من سمجدي دفع الملايين من الريالات لشراء أجهزة مكلفة لإقامة معامل للصوتيات ، ونفع ملايين أخرى لتدريب متخصصين ؟

هل لأننا كنا رواد هذا العلم قبل أكثر من اثني عشر قرناً ؛ ولذلك اكتفينا بما قدمه
الأولون وسعش على اجتزال إنجازاتهم ؟

هذه محاولة متواضعة في نهاية هذا الكتاب للإجابة على هذه التساؤلات . إذ من
المؤسف أن تكون اللغة العربية من أقدم اللغات البشرية التي درست أصواتها ، وأن
تكون الآن من أقل اللغات البشرية دراسة ليس في مجال الصوتيات بحسب بل في
جميع فروع اللسانيات . فالعبرية على سبيل المثال ، لم تُبحث إلا قبل أقل من نصف
قرن ، ورغم هذا هناك العديد من الدراسات الأصولية واللغوية عامة عنها تفوق ما
كُتب عن اللغة العربية في العصر الحديث . إننا نتوقع أن نستورد من الخارج ما
نشاء من آلات وأجهزة وكتب ودراسات ، إلا أننا لا نتوقع أن يقوم غيرنا بدراسة
لفتنا . بل من المخجل أن نتقاعص عن دراسة للغة العربية ليقوم غيرنا بها .

ولقد عملت مع زملاء في مجالات مختلفة لها علاقة بعلم الصوتيات^١ ، وشاهدت
مدى العجز القائم في الصوتيات العربية ، وكيف أنها تقتصر إلى دراسة شاملة ودقيقة
وكيف أن هؤلاء الزملاء وجدوا أنفسهم أمام باب مغلق نتيجة لافتقارهم لهذه
المعطيات . ولا يستطيع إنجازها باحث بمفرده لحاجتها إلى فرق من الباحثين من

كالحاسوب وعلومه وعلاج عيوب النطق والسمع والتعرف على المتحدث من خلال صوته 'البصمة
الصوتية' .

تخصصات شتى تجمعهم الحاجة للدراسات الأصواتية . وفيما يلي بعض التطبيقات
لعلم الصوتيات التي أرجو ألا يطول الأمد حتى تكتب فيها الحياة .

٨ . ١ . الصوتيات والقرآن الكريم

القرآن كلمة الله الخالدة . جاء به الرسول محمد صلى الله عليه وسلم هدى للناس
ليستضيئوا به في حياتهم فيما يخدم دينهم ودنياهم . وقد كان صلى الله عليه وسلم شديد
الحرص على تحفيظ القرآن للصحابة لينقل كما أنزل إلى المسلمين كافة . هذا الحرص
انتقل إلى الصحابة والتابعين ومن تبعهم إذ قام علماء التجويد بوضع قواعد التجويد
وتعليمها للقراء ليتوارثوها جيلاً بعد جيل ليس كتابة فحسب بل بتطبيقها عملياً ، ورغم
تقديرنا لما بذل في هذا المجال إلا أننا نحتاج إلى قفزة في علم التجويد . وذلك لأن
الدارسين المعاصرين أكثر دراية بجسم الإنسان وجهازه الصوتي ، فيطلبون تعريفاً
دقيقاً للخصائص الأصواتية من حيث مخارج الأصوات وكيفية إخراجها وأكوستية
الأصوات العربية . هذا يستوجب القيام بدراسات معمّلة للمقرئين المجازين لقراءة
القرآن . فعلى سبيل المثال ، لا نزال نستخدم الحركة في قياس المد ، بينما هناك
أجهزة عديدة يمكن أن تقيس أمد المد بشكل موضوعي وأكثر دقة . فذلك ستطبع عند
تدريس التجويد القول بأن أمد الحركة ٨٠ مليثانية ، مثلاً ، والحركتين ١٦٠ مليثانية ،

وهكذا . وهذا ينطبق على بقية أحكام التجويد ، فهناك أجهزة متعددة ، كما سيأتي في الفصل اللاحق ، يمكن أن تعطي قياسات دقيقة لكل حكم من أحكام التجويد . إضافة إلى هذا ، فإن ظهور الآلات ، والأجهزة الحديثة من مكبرات للصوت والآت تسجيل صوتية يحتم علينا معرفة الموجات الصوتية للقرئين ومن ثم تصميم وإعداد هذه الأجهزة لتلائم أصواتهم . فكثير من هذه الأجهزة صممت لتسجيل وتشغيل أشرطة لمحدثين أو موسيقى أو مطربين ، فقد يكون هناك اختلاف في الخصائص الأكرستية بين هذه الأصوات وأصوات المقرئين .

وتم مؤخراً تحرير أصوات بعض قارئ القرآن الكريم في الحاسوب . والمتخصصون في الحاسوب يحتاجون إلى معرفة الترددات التي تهم المستمع العربي للقرآن المرتل ، فيتأكدون من تخزينها . كما يحتاجون إلى معرفة الترددات التي لا تؤثر على السامع العربي فيستبعدونها . ذلك لأنهم يقيدون بسعة معينة في مجال تحرير الأصوات . والأصوات تأخذ حيزاً كبيراً أثناء التخزين ، وكلما كان التخزين على مساحة أصغر كان ذلك أسهل وأكثر فعالية عند الحاسوبيين .

٨ . ٢ . الصوتيات واللسانيات

هناك من يعتقد بأن علم الصوتيات خارج علم اللسانيات . ذلك لأنه معلمي أكثر من بقية فروع اللسانيات . ولكن بعيداً عن هذا الجدل ، فإن الصوتيات ركيزة أساسية

لعلم اللغويات كما أنه بدون الصوتيات تصبح الدراسة اللغوية شبه مستحيلة . إذ كيف تدرس لغة وأصواتها غير محددة وواضحة ؟ فالأصوات هي اللبنات التي تتكون منها المقاطع التي تشكل الكلمات والتي بدورها تكون الجمل . بدون تحديد للبنات لا يمكن تحديد الساء . فمن لديه معرفة بالصوتيات يستطيع كتابة لغة أو لهجة حية لم تكتب من قبل وذلك باستخدام أبجدية الأصوات العالمية . ثم من هنا تبدأ الدراسات اللغوية العليا والتي تشمل علم الفونولوجيا ، وعلم الصرف ، وعلم النحوي ، وعلم الدلالة وبقيّة الفروع اللغوية الأخرى .

يبقى السؤال ، كيف ندرس اللسانيات في جامعاتنا دون إعطاء الصوتيات أهمية تذكر حتى على مستوى الدراسات العليا ؟ وقبل أن نهتم باللسانيات بمفهومها الشامل ، هل لدينا صورة واضحة عن أصوات اللغة العربية ؟

في واقع الأمر ، أن أصوات العربية غير محددة المعالم ، قطعة الضاد صاها يكاد يكون غير منطوق وغير مدروس دراسة علمية دقيقة . التصنيف الذي وضعه اللغويون العرب القدامى للأصوات العربية غير متفق على تفسيره بلغة العصر من قبل اللغويين المعاصرين . بل ونموذج أصوات اللغة العربية الفصحى الحديثة غير متفق عليه أيضاً ، وفي جميع الحالات يختلف عن النموذج القديم . وأرى أن السبب الأساس حذف هذا العنصر هو قلة الدراسات الصوتية العملية ، وتهميشنا للصوتيات كعلم .

٨. ٣. للصوتيات واكتساب اللغة الأم

هناك متابعة دقيقة لاكتساب للطفل اللغة الأم في كثير من اللغات العربية . ومن المهارات اللغوية لاكتساب الطفل للمشعرات الصوتية . فعلى سبيل المثال ، وجد أن الطفل الذي يعيش بين أمس يتحدثون اللغة الإنجليزية يفرق بين /pa/ و /ba/ مسجداً توقيت بداية التصويت كمشعر صوتي وهو في الشهر الأول من عمره . وبعد أن يتقدم به السن يبدأ في نطق الأصوات اللغوية ، فيمر بعدة مراحل حتى يستطيع نطق أصوات لغة مجتمعه .

والطفل يتدرج في نطق الأصوات اللغوية فيبدأ بأصوات مثل /ب/ ، /د/ لينتهي بأصوات مثل /ه/ ، /ط/ ، /ص/ . وفي كل حالة فهو لا ينطق الأصوات ولا يسمعها مثلما يفعل البالغون . ولقد درس تطور الأصوات اللغوية لكثير من اللغات . ولا تزال العربية فقيرة في هذا المجال .

نتائج دراسات من هذا النوع تخدم النظريات اللغوية بالإضافة للتطبيقات العملية لها في مجال علاج اضطرابات التخاطب والسمع وتشخيص حالة من يعاني من تأخر في اكتساب اللغة . فبدون نموذج لتطور لاكتساب أصوات اللغة العربية عند الأطفال ، تصبح حالتنا التشخيص والعلاج للأطفال لديهم اضطرابات لغوية من الصعوبة يمكن .

٨ . ٤ . الصوتيات وتعلم اللغة الأجنبية

عادة ما يواجه من يتعلم لغة أجنبية قوانين جديدة ، وقواعد جديدة وكلمات جديدة . وعليه معرفتها ومحاولة تطبيقها أثناء استخدام لغته الأجنبية . فيجد العرب الذين يدرسون اللغة الإنجليزية قوانين لم يعهدها في لغتهم أو لهجتهم العربية ، على سبيل المثال : /p/ ، /v/ . إضافة للأصوات الجديدة هناك ما يبدو لما بأنه موجود في لغة المتعلم الأم . إلا أنه في واقع الأمر ليس للصوت نفسه ، مثل /s/ ، /z/ ، فهما موجودان في اللغة العربية والإنجليزية إلا أن الفرق بين نطقهما في اللغة الإنجليزية واللغة العربية ليس هو الفرق نفسه . ومن ثم فإن المشعرات التي يستخدمها سامع اللغة الإنجليزية كلفة أم وتلك التي يستخدمها سامع اللغة العربية ليست واحدة فيحدث سوء إدراك عند استخدام اللغة الأجنبية . فقد نسيء التفريق في النطق بين و . فالأولى تنتهي بـ /s/ والثانية بـ /z/ . والخلط هنا ليس ناتج عن كون الكلمتين لهما الكتابة نفسها ، ولكن لأننا لا نفرق بين نطق الكلمتين لأن المشعرة التي نعتمد عليها لتمييز /ز/ عن /س/ في اللغة العربية مختلفة . فالناطقون باللغة الإنجليزية يعتمدون على أمد الصائت السابق لهذين للصوتين ، فإذا كان الصائت طويلاً نسبياً فإنهم يسمعون الصائت الأخير /z/ وإذا كان قصيراً نسبياً فإنهم يسمعونهم مهموساً /s/ ، إذ لا يوجد فرق بين الصوتين عند نطقهما من حيث تردد

الحيل للصوتيين ، فكلاهما ينطلقان مهموسين . أما في العربية فإننا نعتمد في سماعنا على تردد الحيل للصوتيين أثناء نطق /ز/ وانعدامه أثناء نطق /س/ .

نقد تمت دراسة كثير من اللغات الأجنبية وخصوصاً الغربية منها الإنجليزية ، الروسية ، اليابانية ، الفرنسية ، الألمانية ... ومن ثم تم تحديد محارج وطرق نطق أصواتها وتحديد مشعراتها الصوتية . ونحتاج إلى دراسات مشابهة عن اللغة العربية .
عندها نستطيع مساعدة من يرغب من العرب في تعلم لغة أجنبية ومن يرغب من العجم في تعلم اللغة العربية لينطق لفته الأجنبية نطقاً سليماً . كما أن هؤلاء المتعلمين للغات الأجنبية يحتاجون لدراسة المشكلات التي تعترضهم في نطق وإدراك أصوات اللغات الأجنبية ومن ثم وضع البرامج التي تسهل لهم تجاوز هذه الصعوبات .

٨. ٥. للصوتيات وعلاج عيوب النطق والسمع

هناك علاقة قوية بين الصوتيات وعلاج عيوب النطق والسمع . فعلى الأصواتي أن يوفر معطيات عن الأصوات اللغوية : مخارجها ، والمعصلات والأعضاء التي لها دور في نطقها ، وخصائصها الفيزيائية ومشعراتها الصوتية . فيكون الأصواتي بهذا قد قدم نموذجاً للأصوات اللغوية للعالمين يستضيء بها معالج عيوب النطق والسمع . كما أن النتائج النظرية التي يتوصل إليها الأصواتي تساعد في وضع طريقة للعلاج

ولا شك ان الأصواتي أيضاً تفقده تجارب ودراسات معالج عيوب النطق والسمع ؛
والعلاقة ذات اتجاه مزدوج بين الحظين .

ولقد بدأ الاهتمام في المملكة مؤخراً بهذه اللغة من الناس الذين لديهم عيوب في
النطق أو السمع . ففتح قسم (أو فرع من قسم) بجامعة الملك سعود لتخريج المؤهلين
من معالجي عيوب النطق والسمع . إلا أن هذا الفرع لديه عجز في المطومات عن
أصوات اللغة العربية ، مما يجعل العاملين فيه إما يعتمدون على دراسات عملت على
لغات أخرى أو الاجتهاد في وضع تصور عن أصوات اللغة العربية . ولا أرى حقلاً
مثل حقل علاج عيوب النطق والسمع يستطيع القيام برسائلته دون الاستفادة من جهد
الأصواتيين وذلك للارتقاء بالصوتيات وتقديم معطيات غنية ودقيقة عن أصوات
العربية .

٨ . ٦ . الصوتيات والتعدي على الماركات المسجلة

تقوم بعض الشركات بالتعدي على ماركات مسجلة لشركات أخرى ، وذلك بإنتاج
السلعة نفسها أو سلعة مشابهة تحمل الاسم نفسه . وتكاد تُجمع معظم دول العالم على
تحریم هذا النوع من التعدي ، ليس فقط لحماية الشركات ذات السمعة الحسنة في
السوق التحري ولكن أيضاً لحماية المستهلك . ولأن هذا التعدي غير مسموح به ،
قامت بعض الشركات بالتحايل عليه للاستفادة من سمعة ماركة مسجلة أخرى اكتسبت

صيناً جيداً لدى المستهلك . فتضع الأخيرة لسلعتها اسماً قريباً من الاسم المقلد لدرجة أن المستهلك يتخدع بسهولة عند شرائه لهذه السلعة . إذن فالتعدي على الماركات المسجلة إما أن يكون كاملاً يتطابق مع الماركة الأصلية أو جزئياً - يقترّب أو يبتعد عن درجة التطابق . فإذا علمنا أن التعدي للكامل غير مسموح به ، فمن يحدد حد

إذ كان التعدي الجزئي يضر أو لا يضر بمصلحة الماركة المقلدة ؟

يأتي هنا دور الصوتيات في تحديد درجة التشابه بين الاسمين وما إذا كان المقلد قد تعدى فعلاً على حقوق الماركة للمقلدة أم لا . واضرب هنا مثلاً لقضية رفعت إلى إحدى المحاكم الأمريكية .

رفعت محطة الإذاعة الأمريكية WMEE - التي تأسست في عام ١٩٢١ م وكانت الإذاعة المفضلة لدى كثير من المستمعين - دعوى قضائية ضد محطة إذاعة أمريكية أخرى تدعى WMCZ - تأسست في عام ١٩٨٤م - بحجة أن المحطة الجديدة أختير لها اسم مشابه لاسم المحطة الأولى مما يجعلها تستفيد من سمعة المحطة الأولى وهذا يضر بمصلحة المحطة الأولى ؛ إذ تربك السامع فيجد صعوبة في التمييز بين الإذاعتين عند سماعه أحد الاسمين . وقد استعان محامي المحطة الأولى بالصوتيات من جامعة انديانا - بلومنتن - أفاد بعد تحليله للموجات الصوتية لكلا الاسمين أنهما متشابهان لدرجة إمكانية إرباك السامع . وكان حكم القاضي للمحطة الأولى .

ويوجد في أسواقنا كثير من السلع المتشابهة لدرجة كبيرة ، وخصوصاً قطع عيار السيارات والعطور وألوان للزينة . إذ لا يكتفي المقلد باستخدام علبة أو وعاء مشابه في اللون والشكل بل ويحاول استخدام اسم شبيه أيضاً، وأورد هنا بعض الأمثلة على ذلك .

الأحذية "أديباس" Adidas و "أديباس" Adibas .

مبيض الملابس "كلوركس" Clorox و "كوينكس" Quncex .

المطهر "ديتول" Dettol و "دك" Dac .

ريت الذرة "عافية" Afia و "ألفا" Alfa .

صابون الشعر "هيد أند شولدر" Head and Shoulder و "هيراند شولدر"

Hair and Shoulder .

القنوات الفضائية مثل : BBC LBC MBC NBC .

٨ . ٧ . الصوتيات والألمنة الجنائية

تسعى المجتمعات المسوية جاهدة إلى الحد من الجرائم بجميع أشكالها . والفرق كبير بين من هو آمن على نفسه وماله وأهله ويرى الناس من حوله في حالة مشابهة وبين من هو عكس ذلك . فالمجال أمام الأول رحب للإنتاج والعمل للذين يعودان على مجتمعه بالخير . أما الآخر فمشغول بحماية نفسه ومن يعول وما يملك .

ومن ثم فإن دقة الأدلة الجنائية هي إحدى عوامل الحد من الجرائم ، فكلما كانت الأدلة دقيقة كان من السهل القبض على المجرم وعدم التعرض للأبرياء . والفحص على بريء أو ترك مجرم يعيش بحرية دون القبض عليه ، كلاهما مضر بأمر المجتمع . والهدف من دقة الأدلة الجنائية تلافي الحالتين السلفتين .

والبصمات من الأدلة الجنائية المستخدمة في الوقت الحاضر . والبصمة تعني ما يميز فرد من الناس عن بقية الأفراد من بني جنسه . وقد ظهر منها بصمة الأصابع ، وبصمة القزحية^١ ، والبصمة الإحيائية^٢ . وهناك محاولات مستمرة لإثبات أن هناك "بصمة صوتية" وحيث أنه لم يثبت هذا الحد الآن فمستخدم مصطلح التعرف على المتحدث بدلاً من البصمة الصوتية .

يستند الباحثون في مجال التعرف على المتحدث على أساسين متينين . فالأساس الأول ، أن كل إنسان مر بطعولة فريدة وبذلك تكون لديه عقلية لو نفسية فريدة ، ومن ثم فإن لكل إنسان طريقة فريدة في الكلام نتيجة للإصدار الفريد لكل دماغ للإشارات الكهربائية من الدماغ إلى الجهاز الصوتي وبهذا يكون نسق هذه الإشارات مختلف من إنسان إلى آخر ، والأساس الآخر ، أن لكل إنسان جهازاً صوتياً فريداً ، بحيث لا يتطابق جهازان تطابقاً تاماً . ولهذين السببين ، فإننا نتوقع أن يكون لصوت

^١ الجزء الملون من العين ، والذي يظهر باللون الأسود أو البني أو الأزرق .

^٢ يعرف بالذي يسمى DNA ، والذي يمكن بواسطته التعرف على شخص بناءً على عينة من جسمه كالدم أو خلايا الجلد أو الشعر .

كل إنسان حاصية أكوستية واحدة لو أكثر يتفرد بها عن بقية الناس . وتكمن المعصلة
هنا في اثبات ذلك معملياً .

و الواقع أن الباحثين في هذا المضمار يحذرون صعوبة في إثبات ذلك للسينس
الذين عنمدوا عليهما . فرغم أن لكل إنسان نظامه للدماغ وجهازه الصوتي
الحاصير به ، إلا أن المشكلة تكمن في ثبات هذين الأساسين . فعصية الإنسان ليس
دائماً ثابتة ، إذ إن أي تغيير في مزاج الإنسان كالفرح والغضب والخوف يؤدي إلى
تغير في نظام إرسال الإشارات العصبية إلى الجهاز الصوتي ؛ ولهذا يستطيع في
أحيان كثيرة أن يستشف الحالة النفسية لمعدننا عبر الهاتف . إضافة إلى ذلك فإن
الجهاز الصوتي نفسه معرض للأمراض ونزلات البرد التي تؤثر على أدائه ، ومن ثم
ينعدم عامل الثبات للخصائص الأكوستية الشخصية لصوت المتحدث . ومن هنا يظهر
بعدي المشكلة . ونتيجة لذلك يدور من وقت لآخر مؤيدون ومعارضون لاستخدام
التعرف على المتحدث كدليل معزز في المحاكم .

ومن المشكل التي تعترض طريق الباحثين في مجال التعرف على المتحدث . أن
الأصوات غالباً ما تكون مسجلة على أجهزة تسجيل عادية وباستخدام الهاتف أحياناً .
وهذا يجعل الموجات الصوتية اللغوية غير واضحة أو مشوشة أو فقدت بعض
الترددات .

وهناك طريقتان للتعرف على المتحدث . الأولى الاستعانة بالحاسوب ليقوم بالتعرف على ما إذا كان صوت لغوي ما مطابقاً لصوت آخر . وتتم هذه العملية دون التدخل البشري . إذ إن الحاسوب ينجز هذا العمل بناء على برمجة مسبقة يقوم بتيحة لها بالمقارنة بين تسجيل لمتحدث/لمتحدثين. ليعطي بعدها نسبة احتمال أن يكون مصدر الصوتين واحداً . الأخرى أن يستخدم الأصواتي جهاز المطياف لمقارنة الرسوم الطيفية للأصوات المطلوب مقارنتها .

٨.٨. الصوتيات والاتصالات السلكية واللاسلكية

يعتمد مدى نجاح نقل الأصوات اللغوية باستخدام الأجهزة السلكية واللاسلكية على مدى وضوح الصوت المنقول . إلا أن الشركات المصنعة لهذه الأجهزة تحاول موازنة تكلفة التصنيع مع وضوح الصوت ؛ إذ إنه كلما كان الصوت المنقول واضحاً كلما ارتفعت تكاليف التصنيع . ومن ثم تعتمد شركات الهاتف - على سبيل المثال - إلى إرسال موجات الصوت للغة ذات التردد الذي لا يتجاوز ٤٠٠٠ هيرتز وتحجب الترددات ما فوق ذلك علماً بأن تردد موجات الصوت للغة يصل إلى ١٠ كيلو هرتز . فيكون الصوت بذلك واضحاً لدرجة كافية للسمع ، ولا يكلف شركة الهاتف كثيراً . ولتحفاظ على هذا التوازن تعتمد الشركات ذات العلاقة بالاستعانة بأصواتيين ،

الكيو هرتز - ١٠٠٠ هرتز .

بل وتنشئ بعضها مراكز للبحث في مجال الموجات الصوتية مثل شركة "إيه تي أند تي" AT&T وشركة "بل" BELL . فتور الأصوات هنا هو تحديد ما إذا كانت المشعرات الصوتية المنقولة كافية للسامع لدرجة أنها لا تسبب له سوء إدراك ، وقرينة من الأصوات المنقولة عبر الهواء في حالة المحادثة الطبيعية . إضافة إلى ذلك ، فإن هناك خطأً حثيثاً نحو استخدام الحاسوب في الاتصالات كاستخدامه بدلاً من موظف الاستعلامات على سبيل المثال .

ويندرج على أجهزة التسجيل ما ذكر عن أجهزة الاتصالات . فالمحافظة على بقاء الصوت والترددات التي يعتمد عليها السامع في إدراك الأصوات اللغوية ، فإننا نحتاج إلى لاقط صوت - ميكروفون - ونظام تسجيل ومكبرات للصوت تتلاءم مع الخصائص الفيزيائية للأصوات اللغوية .

٨ . ٩ . الصوتيات وتوليد وإدراك الأصوات اللغوية آلياً

ظهر مؤخراً استخدام الحاسوب في التخاطب . والتخاطب هنا هو المقدرة على إخراج الأصوات اللغوية بدرجة مفهومة لدى السامع ، والمقدرة على إدراك ما يقوله المتحدث لمحاسوب . إلا أن هاتين المقدرتين لم تقتربا من قدرتي الإنسان ، ولا يزال البحث فيهما في أول الطريق . وأول ما بدأ للعمل في ذلك لم يتجاوز الاستجابة لأوامر محددة ومحددة . فعلى سبيل المثال ، ظهرت لعب أطفال تستجيب لبعض الأوامر

لبي يوحىها للطفل . فعندما يقول لها " أمام " فإنها تتحرك إلى الأمام وهكذا . عندما يقول لها " يمين " أو " يسار " أو " خلف " . وظهرت سيارات عاتية تستجيب لبعض الأوامر ، كالتحكم في المدياع أو اتجاه المرايا . وقد طورت بعض مصانع الطائرات أنظمة إلكترونية لتعريض أوامر تصدر عن الطيار .

ألا أنه قبل الشروع في إدراك الموجات الصوتية ألياً وتصنيعها ، فإن خبراء إلكترونيات والحاسوب يحتاجون لمعطيات عن الأصوات العويبة قبل برمجة الحاسوب . واللغة العربية لا تزال تفتقر إلى الكثير من البحث في مجال الصوتيات وتوفير المعطيات اللازمة لخبراء الحاسوب للقيام بعملهم في هذا المجال .

٨ . ١٠ . الخلاصة

للصوتيات تطبيقات عديدة في حياتنا . فهي تدخل في كل ما له علاقة بالصوت العويبة . ونظراً للتطور التقي الكبير الذي شهده في هذا العصر والحاجة لاستخدام لغة المبطوقة في التواصل بين الناس من جهة وبين الإنسان والآلة من جهة أخرى فإن الصوتيات التطبيقية تتوسع ، ويتوقع أن تشهد توسعاً أكبر في السنوات القادمة . ويرافق هذا التوسع تطور نقل للموجات الصوتية وتحسينها والتحكم في الآلات والأجهزة .

إن هناك محاولات عديدة للمعارف الإنسانية تعتمد بشكل مباشر أو غير مباشر على ما يقدمه علماء للصوتيات ، وإذا لم يكن هناك تطور حديث ودقيق في الصوتيات فإنه يعني تأخر علوم وتطبيقات أخرى من المسير قتما في تطورها لما فيه خدمة الإنسانية وازدهارها .

٩. أجهزة الأصواتيين

سبق أن ذكرنا بأن معظم الدراسات الأصواتية المعاصرة تقوم بتأجيلها على استخدام أجهزة معقدة ومتطورة مما يعطي مصداقية للنتائج التي يصل إليها الأصواتيين في دراساته . وفيما يلي أسماء بعض الأجهزة الشائعة الاستخدام في فروع الصوتيات الثلاثة .

٩.١ . أجهزة لها علاقة بالصوتيات النطقية

٩.١.١ . مقياس التنفس Spirometer / Respirometer

وهو عبارة عن أنبوب مطاطي متصل بجهاز قياس لحجم ورمز واتجاه مرور الهواء عبر الأنبوب . يوضع الأنبوب في الفم أثناء التجربة ويتم إغلاق فتحتي الأنبوب .
وأثناء عملية التنفس يقوم الجهاز بقياس كمية هواء الزفير والشهيق .

يعد الهواء الخارج من الرئتين مصدر الطاقة الرئيس للجهاز الصوتي لنطق معظم الأصوات اللغوية ، وبالتالي فإن التعرف على حجم هواء الزفير والشهيق ورمز كل منهما في ظروف المختلفة يعين على فهم فترات الكلام المتعلقة بكل طرف . كما أن مقياس النفس يساعد على معرفة حجم وزمن الهواء المستخدم في التنفس أثناء تعبيرات أخرى كالجنس والصحة . بمعنى آخر ، يقيس مقياس التنفس

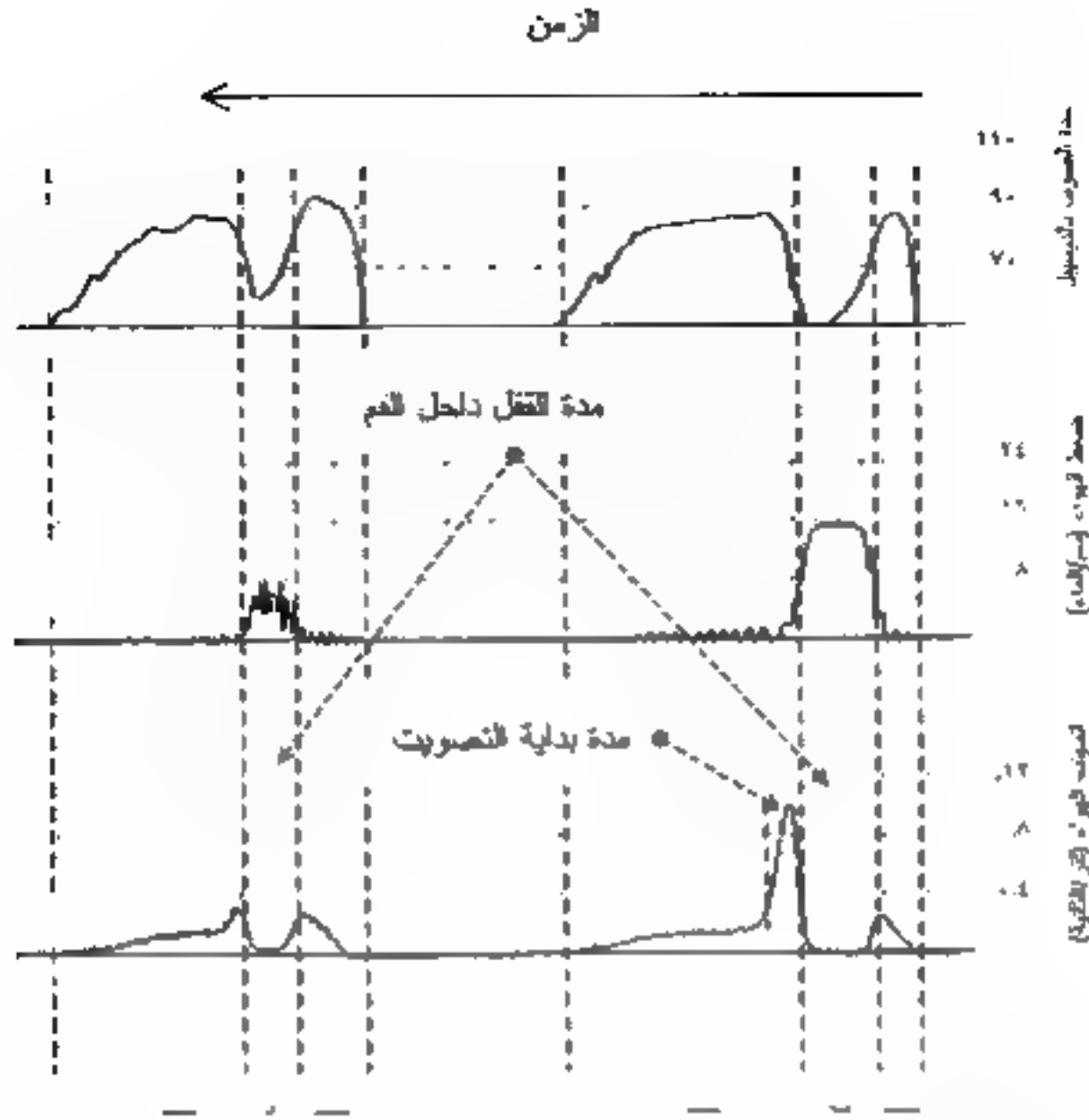
محروون مصدر طاقة الجهاز الصوتي الذي لا يمكن أن يقوم بدوره بشكل طبيعي بدونه .

٩ . ١ . ٢ . مقياس انسياب الهواء Pneumotachograph

يتكون جهاز قياس انسياب الهواء من كمامة تعطي الفم والأنف مع وجود عزل بينهما لعزل الهواء الخارج من كل منهما عن الآخر ، كما وقد تحتوي الكمامة على لاقط صوتي microphone . للكمامة متصلة بجهاز قياس حجم الهواء الخارج من الأنف وذلك الخارج من الفم بالنسبة لعامل الزمن . ويقوم الجهاز بعرض نتائج قياس حجم هواء الزفير الخارج من الأنف والفم كل على حده وأيضاً عرض ديديات موجات الكلام المصاحبة وذلك لتسهيل تجزئة الأصوات . وفي بعض الكمامات لا يوجد عازل بين الأنف والفم ومن ثم فإن الجهاز يعرض إجمالي حجم الهواء الخارج من الأنف والفم معاً .

يقوم الجهاز الصوتي بالتحكم في انسياب هواء الشهيق وذلك باعتراض أعضاء الجهاز الصوتي للهواء أثناء الكلام . ويتأثر انسياب الهواء تبعاً لنوعية الأصوات المنطوقة . ويأتي دور جهاز مقياس انسياب الهواء في معرفة حجم الهواء الخارج من الجهاز الصوتي مع كل صوت ، وعلاقة حجم الهواء مع الأوضاع المختلفة للحنجر ، فمن المعلوم أن حجم الهواء الخارج من الجهاز أثناء نطق / ز / أقل من

ذلك المصاحب للصوت /س/ حيث إن الرقيقتين الصوتيتين تعيقان انسياب الهواء في الأول فيقل حجم الهواء الخارج وذلك بعكس ما يحدث أثناء نطق /س/ ويمكن بواسطة هذا الجهاز معرفة ما إذا كان الصوت أنفياً أم فمورياً أم أنفمورياً ، وذلك بتتبع حجم الهواء الخارج من اللفم والأنف أثناء نطق الصوت موضع الدراسة (الشكل ١ . ٩) .



الشكل ٩. ١.

ثلاثة رسوم بيانية لتعلق / ت — / ، / د — / حيث الفرق بين الصامتين هو في الجهر ، فالأول مهموس والآخر مجهور .

- يبين الرسم البياني الأول شدة الصوت ، وأشد ما يكون في حالة الصوائت .
- ويبين الرسم البياني الثاني ضغط الهواء داخل الجهاز الصوتي ، وأشد ما يكون في الصوائت المهموسة .
- ويبين الرسم البياني الثالث كمية الهواء الخارج من الجهاز الصوتي ، وأعلى ما تكون عندما يكون معر للهواء غير معلق كما هي للحالة عندما تكون الرقبتان الصوتيتان متباعدين و اللسان منحعاً مما يسمح للهواء بالانسياب (مدة بداية التصويت) .

٣.١.٩ . منظار الحنجرة Laryngoscope

يتكون منظار الحنجرة الحديث fiber-optic laryngoscope من أنبوب مرر
مصنوع من مادة ناقلة للأشعة الضوئية ، ينتهي أحد طرفيه بعدسة مثبتية و الطرف
الأخر بمصدر إضاءة وعدسة عينية تكون متصلة في الغالب بآلة تصوير . يتم إدخال
الطرف الذي ينتهي بالعدسة الشبكية عبر إحدى فتحتي الأنف إلى التجويف الأنفي
حتى تشرف العدسة على الحنجرة من خلف اللهاة . وتصر الأشعة الضوئية عبر
الأنبوب لتضيء المنطقة المظلمة في الحلق ، وتنتقل صور الحلق عكسياً عبر العدسة
الشبكية والأنبوب إلى العدسة العينية فآلة التصوير حيث يتم تسجيل الصور على شريط
فيديو أو التقاط صور ثابتة للحلق والحنجرة أثناء الكلام (الشكل ٣.٧) . ومن
مميزات منظار الحنجرة أنه بإمكان الشخص الذي تقام عليه التجربة للتحدث بصورة
طبيعية إلى درجة كبيرة أثناء التجربة .

الحنجرة والحلق من أعضاء الجهاز الصوتي التي لا يمكن مشاهدتهما بالعين
المجردة أثناء الكلام . لذلك فإن منظار الحنجرة مفيد في تحديد الأعضاء التي تتدخل
في نطق الأصوات التي يخرجها من الحلق أو الحجرة . وهذا مفيد في دراسة مخارج
أصوات كالعين والحاء والهمزة والهاء في اللغة العربية والتي لا تزال مخارجها
وكيفية نطقها غير معروفة بشكل دقيق .

٩. ١. ٤. مكهار العضلات Electromyograph (EMG)

يتحكم في الجهاز الصوتي ما يقرب من مائة عضلة تجعل الجهاز الصوتي في أوضاع مناسبة لإخراج الأصوات التي نطقها ، ويتم هذا في انسجام تام وتحت إدارة مباشرة من الدماغ . ويستخدم جهاز مكهار العضلات لمعرفة حركة العضلات المصاحبة لنطق الأصوات ، وذلك بقياس للشحنة الكهربائية الواردة من الدماغ إلى العضلات والتي تؤدي إلى تقلص العضلات ، ومن ثم يتم تتبع وضع العضلات التي تشارك في حركة إخراج صوت ما ودرجة تقلصها .

ويتكون الجهاز من حالب (قطب كهربائي) electrode على شكل إبرة رفيعة تدخل في نسيج العضلة المراد متابعة انقباضاتها أو على شكل قطعة رقيقة من المعدن يكتفى بوضعها على سطح الجلد الذي ينطوي العضلة موضوع للدراسة . ولأن الكهرباء التي يلتقطها القطب ضعيفة جدا فإنه يتم توصيل القطب بمضخم ومن ثم ترسم الإشارة على الورق أو شاشة الحاسوب للدراسة .

٩. ١. ٥. الأشعة السينية X Ray

تستخدم الأشعة السينية في تصوير أعضاء الجهاز الصوتي أثناء النطق . حيث تسلط الأشعة السينية على الجهاز الصوتي ، وتستقبل آلة تصوير الأشعة القادمة من جهاز الصوتي ليتم التقاط صور ثابتة أو تسجيلها على شريط فيديو . وبطرق الحظوظ

نتعرض للأشعة السينية لفترات طويلة نسبياً ولعدم وضوح بعض الأعضاء في الصور
لمسبقة وأيضاً لعدم إعطاء صور دقيقة لحقيقة حركة الأعضاء للصونية بأبعاد
الثلاثة . فإن هذه الطريقة لم تعد تلقى استحساناً كثيراً من علماء الأصوات رغم ظهور
بعض مطورة مثل الأشعة السينية للمخففة microbeam-X ray والتصوير الطبقي
tomography .

٩ . ١ . ٩ . رسم الحنك الإلكتروني Electropalatograph

طور رسم الحنك الإلكتروني ليحل محل رسم الحنك palatograph ، ورسم
الحنك عبارة عن رش بورد سوداء على حنك المتحدث الذي يشترك في التجربة
ويكون فيه مفتوحاً ثم يطلب منه نطق صوت واحد مثل /م/ ، بعد ذلك تؤخذ صورة
فوتوغرافية للحنك لمعرفة مخرج الصوت . إلا أن هذه الطريقة متعبة ومكلفة إضافة
إلى أنه لا يمكن متابعة مراحل حركة اللسان أثناء نطق صوت واحد لو عدة أصوات .
لهذا تم تطوير رسم الحنك الإلكتروني .

يقوم جهاز رسم الحنك الإلكتروني برسم أجزاء الحنك التي يلامسها اللسان أثناء
الكلام كـ ١٠٠/١ من الثانية = ١٠ مليونية . يتكون هذا الجهاز من حنك صناعي
مصنوع من البلاستيك ويحتوي على ٦٤ حاليماً . يريد عددها أو بعض حسب نوع
الجهاز . يتم تثبيت الحنك الصناعي في لقم ملاصقاً للحنك الطبيعي وموصل

بحاسوب . أثناء التجربة ، يعرض الجهاز الحوالب التي يلامسها اللسان أثناء التحدث
أما على الشاشة أو بالطباعة على الورق (الشكل ١.٢ .) .

هذا الجهاز لا يعيد في دراسة مخارج الأصوات فحسب بل وفي دراسة النطق
المشترك coarticulation ومشاكل النطق وظاهرة اللعل .

ورغم ما يؤخذ على رسم الحنك الإلكتروني من أن الإنسان لا يتحدث بصورة
طبيعية مع وجود جسم غريب في فمه إلا أنه مأمون خلاف استخدام وسائل أخرى
كالشعة السينية ولقد أعطى نتائجاً جيدة في كثير من الأبحاث المنشورة .

١.٧.٩. رسم الحنجرة الإلكتروني Electrolaryngograph

الحنجرة إحدى الأجزاء المهمة في الجهاز الصوتي ، حيث تحتوي على الرافقتين
الصويتيتين اللتين هما المصدر الأساس لمعظم الأصوات اللغوية إضافة إلى دورهما في
البر stress والتنغيم intonation . وبالتالي فإن دراستهما تعد ضرورية بناء على
الدور الذي تلعبانه أثناء التحدث . ورسم الحنجرة الإلكتروني من أسهل الأجهزة
استخداماً وأقلها تأثيراً على المتكلم .

ويكون الجهاز من حاليين يوصمان على سطح الجلد المعطى بعصرون
البحر . بحيث يعمان على الصغيتين الغضروبيتين thyroid cartilages يتساع
بحانس حركة تغارب الرافقتين الصوتيتين أثناء إصدار الصوت ، وتنقل الإشارة إلى

جهاز عرض أو رسم والجهاز يقيس تردد الرققتين الصوتيتين ونمط التردد ، وله فوائد في تحديد ما إذا كان عمل الرققتين للصوتين غير طبيعي .

٩ . ٢ . أجهزة لها علاقة بالصوتيات الأكوستية

٩ . ٢ . ١ . عارض الذبذبات Oscilloscope

يقوم عارض الذبذبات بتحويل الطاقة الصوتية (للتغيرات في ضغط الهواء أو الموجات الصوتية) إلى طاقة كهربائية تعرض مع عامل الزمن على شاشة عرض صغيرة ، حيث تظهر التغيرات في شدة الصوت . ومن العرض المبين على الشاشة يمكن تحديد زمن ذبذبة ما وما إذا كان الصوت مجهوراً أم مهموساً . كما أنه بالإمكان معرفة التردد الأساس للحبلين للصوتين . هذا الجهاز لا يفيد في عرض الموجات الصوتية فحسب بل وفي عرض المعطيات التي تملك من أجهزة مثل معظم لأجهزة المذكورة أعلاه تحت الصوتيات النطقية .

٩ . ٢ . ٢ . المطياف Spectrograph

يعد جهاز المطياف من أفضل الأجهزة التي خدمت الصوتيات الأكوستية إن لم يكن أفضلها على الإطلاق . فبظراً لأن موجات الصوت اللغوية من النوع المركب فإن عرصه باستخدام جهاز عارض الذبذبات لا يقدم كل التفاصيل عن الموجة للصوتية

بينما يقدم المطياف ثلاثة أبعاد للموجة المرسومة وهي : التردد ، والشدة والرمز . وهذا يعين للباحث في معرفة : زمن الصوت ، والتردد الأساس ، والنطاق الرئيسي وشدها . ولذلك فإن معظم دراسات لكوستية الصوت للغة تعتمد على المطياف شكل أو باحر . و الشكل ٦ . ٢ . يبين الفرق بين ما يرسمه رسام للديزة والمطياف .

المطياف متوفر على هيئته القديمة - الجيل الأول - وعلى الشكل الرقمي digital - الجيل الثاني - كما ظهر مؤحراً للمطياف الحاسوبي computerized - الجيل الثالث . ويتكون الجيل الثالث في العادة من حاسوب شخصي مع بعض الإضافات في البرامج software والأدوات hardware . ويوجد بعض الاختلافات في الاستعمال ودرجة التحكم بين الأجيال الثلاثة ، إلا أن المبدأ الأساس مشترك بينها جميعاً ، وهو عرض موجات الصوت الكلامية بأبعادها الثلاثة المذكورة في الفقرة السابقة .

ومن الإمكانيات المتوفرة في المطياف الحاسوبي computerized spectrograph قياس النطق الرنينية بدقة متناهية وذلك باستخدام linear productive coding أو ما يعرف اختصاراً بـ LPC . فيمكن بعد تحديد نقطة ما من زمن الموجة للصوتية عمل الـ LPC (الشكل ٦ . ٢) كما يمكن أيضاً حساب التردد الأساس الشكل (٦ . ١٤) .

ويعيد جهاز المطياف في دراسة الصوتيات vowels ، إذ إن الفرق الأساس بين أغلب الصوتيات هو فارق طيفي . بمعنى آخر ، إن الفرق من الناحية الأكوستية يتمثل في اختلاف تردد الطائفتين الرنيتين الأولى والثاني :

Formant 1

Formant 2

كما أن الطائفتين الرنيتين يحملان المشعرات لكثير من الصوتيات consonants وخصوصاً الصوتيات الوقفية stops . وباستخدام المطياف فإنه بالإمكان تحديد مشعرات الصوت الصامت المجاور لصوت صائت . ويعيد المطياف في تحديد ذبذبة لأصوات الاحتكاكية fricatives . إضافة إلى هذا فالمطياف يؤدي عمل جهاز عارض الذبذبة من حيث تحديد التردد الأساس ، ومن الصوت وما إذا كان الصوت مجهوراً أم مهموساً . وكذلك يفيد الدارس في مجال الفوقطعية للأصوات اللغوية .

وقد توصل خبراء الإلكترونيات والحاسوب إلى تطوير أجهزة تعمل عمل أكثر من جهاز من تلك المذكورة أعلاه ، فعلى سبيل المثال ، قام معمل الصوتيات بجامعة رديغ ببريطانيا بالتعاون مع شركة IBM بتطوير الحاسوب IBM PC AT ليقوم بعمل الأجهزة التالية : المطياف ، وعارض الذبذبة ، ورسام الحثك الإلكتروني ، ورسام الحجرة الإلكترونية ، ومقياس لتسياب الهواء إضافة إلى قياس ضغط الهواء داخل الجهاز الصوتي . وبهذا يتم اختصار أجهزة متعددة في جهاز واحد ، مما يساعد

على خفض تكاليف إنشاء المعامل الصوتية ودقة العرض والقياس مع سهولة مقاربة القياسات المختلفة .

٩.٣. أجهزة لها علاقة بالصوتيات السمعية

يعتمد الباحثون في مجال الصوتيات السمعية على جهاز توليد speech synthesizer أو توليف الأصوات concatenated speech synthesizer . فالأول يقوم بتصنيع أصوات شبيهة بالأصوات للغة . ويقوم الباحث عادة بإدخال تعديل واحد عليها مع الإبقاء على بقية الخصائص الأخرى ثابتة . وبعد توليد الأصوات المطلوب دراستها تسجل على القرص الصلب في الحاسوب أو على شريط تسجيل ، ثم يعاد إسماعها إلى أشخاص ليطلب منهم الحكم على الصوت الذي يستمعون إليه (انظر الصوتيات السمعية) .

أما جهاز توليف الأصوات فيستخدم أصواتا طبيعية نطقها أشخاص فيتم التعديل فيها وإسماعها الأشخاص المشتركين في التجربة .

٩.٤. الخلاصة

الصوتيات علم معلمي يعتمد على التجارب التي بدورها تعتمد على معمل مجهره تحبير ، حديثا يواكب التطور العلمي والتقني الذي نعيشه . وهناك أجهزة تخدم مسرورع الصوتيات الثلاثة : للنطقية والأكوستية والسمعية . فيمكن متابعة حركات الجهاز

الصوتي وعضلاته والهواء المنساب داخله ، كما يمكن تسجيل موجات الصوت اللعوية وتحليلها ، إضافة إلى ذلك فإنه يمكن وضع تجارب واستخدام أجهزة دقيقة لمعرفة الكيفية التي تتم بها عمليتي السمع والإدراك . كل هذا لكم من الأجهزة تجعل النتائج التي يخرج بها الباحثون في علم الصوتيات دقيقة لدرجة كبيرة وتتمتع بالثبات والموضوعية .

أعمال لمزيد من الإطلاع

عربية :

أبو بكر ، يوسف الحليفة (١٣٩٢هـ) "أصوات القرآن: كيف نتعلمها ونعلمها" ،
مكتبة الفكر الإسلامي ، الخرطوم .

آل ياسين ، محمد حسين (١٤٠٠هـ) "الدراسات اللغوية عند العرب إلى نهاية القرون
الثالث" ، منشورات دار مكتبة الحياة ، بيروت .

أنيس ، الدكتور إبراهيم (١٩٩٠م) "الأصوات اللغوية" ، مكتبة الأنجلو المصرية .
ابن جلي ، أبو الفتح عثمان (ت ٣٩٢ هـ) "مرصنة الإعراب" ، دراسة وتحقيق
الدكتور حسن هندلوي ، دار القلم ، دمشق ، ١٤١٣هـ .

الهراري ، مجد محمد الباكير (١٤٠٩هـ) "مشكلات اللغة العربية المعاصرة" ، مكتبة
الرسالة الحديثة ، صان ، الأردن .

الحو ، الدكتور كونغ (١٤١٢هـ) "نظرية علم اللسانيات الحديث وتطبيقها على
أصوات العربية" . الدارة ، جمادى الأولى - جمادى الآخرة ، ص ١٠٥ -
١٥٣ .

الحمد ، الدكتور غانم قنوري (١٤٠٦هـ) "الدراسات الصوتية عند علماء
التجويد" ، مطبعة الحلود ، بغداد .

الحولي ، الدكتور محمد علي (١٤٠٧هـ) "الأصوات اللغوية" ، مكتبة الخريجي .
الخولي ، الدكتور محمد علي (١٩٨٢م) "معجم علم اللغة النظري" ، مكتبة لبس ،
بيروت .

السامرائي ، الدكتور إبراهيم (١٩٨٧م) "فقه اللغة المقارن" ، دار العلم للملايين ،
بيروت .

السفروشي ، إريس (١٩٨٧م) "مدخل للصوتيات التوليدية" ، دار توبقال للنشر .

الصالح ، الدكتور محمد صالح (د. ت.) "علم الأصوات عند ابن سياء" دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية .

نعمري ، الدكتور عبد القادر القاسمي (١٩٨٥م) "اللسانيات واللغة العربية" - مطبع
تركيبية ودلالية - ، الطبعة الثانية ، دار توفيق للنشر ، الدار البيضاء
بشر ، الدكتور كمال حامد (١٩٨٦م) "علم اللغة للعام : الأصوات" ، دار المعارف ،
القاهرة .

بشر ، الدكتور كمال حامد (د. ت.) "الأصوات العربية" ، مكتبة الشباب ، القاهرة .
حسين ، الدكتور صلاح الدين صالح (١٤٠٥هـ) "دراسات في علم اللغة الوصفي
والتاريخي والمقارن" ، دار العلوم .

حساء ، الدكتور سامي عياد ، والدكتور شرف الدين الراجحي (١٩٩١م) "مبادئ علم
اللسانيات الحديث" ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية .

رمضان ، الدكتور محيي الدين (د. ت.) "في صوتيات العربية" ، مكتبة الرسالة
الحديثة ، عمان .

ركريا ، الدكتور ميشال (١٤٠٦هـ) "الملكة اللسانية في مقدمة ابن خلدون : دراسة
النسبية" ، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع ، بيروت .

سبيويه ، ابو بشر عمرو بن عثمان (ت ١٨٠هـ) "الكتاب" ، تحقيق عبد السلام محمد
هارون (١٩٦٨م) ، دار الكتاب العربي ، القاهرة .

صالح ، فكري محمد (١٤٠٧هـ) "اللغة العربية أداءً ونطقاً" ، دار سوافاء
للطباعة والنشر والتوزيع ، المنصورة .

عده ، داوود (د. ت.) "دراسات في علم أصوات العربية" ، مؤسسة الصباح .
عوية ، نعيم (١٤٠٤هـ) "تحوث لسانية : بين نحو اللسان ونحو الفكر" ، المؤسسة
الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع ، بيروت .

عمر ، الدكتور أحمد مختار (١٤١١هـ) "دراسة الصوت للعوِي" ، عالم الكتب ، القاهرة .

عري ، يوسف (١٩٨٥م) "منخل إلى الألفية" ، منشورات دار للعالم العربي الجامعية ، دمشق .

مصوح ، الدكتور سعد (١٤١٠هـ) "دراسات نقدية في اللسانيات العربية المعاصرة" ، عالم الكتب ، القاهرة .

هنا ، الدكتور عبد العفار حامد (١٤٠٨هـ) "أصوات اللغة العربية" ، مطبعة الجبلوي .

هليل ، الدكتور محمد حلمي (١٩٩٤م) "الصوتيات" ، ترجمة عن برثيل مالمبرج ، عين الدراسات والبحوث الإنسانية والاجتماعية ، القاهرة.

أجنبية :

- Ahmed M S. (1984) An experimental investigation of "emphasis " in Sudanese Colloquial Arabic. University of Reading ,Ph . D.
- AL- Nassir, A. (1985) Sibawayh the phonolgist: A critical study of the phonetic and phonological theory of Sibawayh as presnted in his treatise on Al-Kitab. Ph. D., York.
- Al-Ani S. (1970) Arabic phonology . The Hague
- Al-bamerni, A. H . A. (1983) Oral, Velic and Laryngeal Coarticulation Across Language. Oxford, D. phil.
- Alghamdi, Mansour (1990) Analysis, Synthesis and Perception of Voicing in Arabic, Ph. D. University of Reading.
- Al-Hussain, A. A. A. (1986) An Experimental Investigation of Some Aspects of the sound System of the Gulf Arabic Dailect, With Special Rference to Duration . Essex, Ph. D.
- Ali, L. (1974) " The perception of Coarticulated Emphaticness," *Phonetica* 29,225-231.
- Al-Jazary, Z. M H. (1981) An Experimental Study of Vowel Duration in Iraqi Spoken Arabic . Leeds, Ph. D.
- Al-Mozainy, Hamza Qublan (1981) Vowel Alternations in a Bedum Hijazi Arabic Dailect: Abstractness and Stress. The University of Texas at Austin, Ph. D.
- Al-Nassir, A.A. (1985) Sibawayh the phonologist: A Critical Study of the phonetic and phonological Theory of Sibawayh as presnted in His Treatise on Al/Kitab York, D. phil.
- Bladon, R A. W. (1985) Auditory Phonetics. Oxford, Ph. D.

- Blair, P. H. (1983) A phonetic Study of the Segmented Sounds of Sudanese Colloquial Arabic. Exeter, ph. D.
- Borden, Gloria J. and Harris, Katherine S. (1984) Speech Science primer: physiology, Acoustics and perception of Speech. Second Edition, Williams & Wilkind, USA.
- Bukshaisha, F. A. M. (1985) An Experimental Phonetic Study of Some Aspects of Qatari Arabic. Edingurgh, ph. D.
- Catford, J. C. (1982) Funddamental Problems in Phonetics. Edinburgh University press, Edinburgh .
- Clark, Herbert H. and Clark, Eve V. (1977) Psychology and Language: An Introduction to Psycholinguistics. Harcourt Barce Jovanovich, Inc.
- Crystal, Davic (1987) A Dictionary of Linguistics and Phonetics. Basil Blackwell Ltd.
- Dart, Sarah N. (1987
Consonants:
- El-Jehani, Nasir Mohammed (1985) Sociostylistic Stratification of Arabic in Makkah (Sociolinguistics, Variation; Saudi Arabia). The University of Michigan. Ph. D.
- Farmer, Alvirda (1984 Spectrography, in Experimental Clinical Phonetics. Investigatory Techniques in Speech Pathology and Therapeutics, Edited by Chris Code and Martin Ball (Billing & Sons Limited).
- Flege, J. (1979) phonetic intreferece in second language acquisition. Ph. D. Indiana University .
- Flege, J., and port, R. (1981) Cross- language phonetic interference: Arabic to English, language and Speech 24, 125- 146 .
- Fletcher, Samuel G. (1992) articulation: A Physiological Approach. Singular Publishing Group, Inc., San Diego, California.

- Fry, D. B. (1987) *The Physics of Speech*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ghalib, G.B.M. (1984) *An Experimental Study of Consonant Gemination in Iraqi Colloquial Arabic*. Leeds, Ph. D.
- Gimson, A. C. (1987) *An Introduction to the Pronunciation of English*, third Edition. Edward Arnold, Maryland, USA.
- Harrell, Richard S. (1962) *A Short Reference Grammar of Moroccan Arabic*. Georgetown University Press. Washington, D. C.
- Istietiya, Samira Sharif (1984) *The Phonetics and Phonology of Classical Arabic as Described by Al-Moqtased* The University of Michigan, Ph. D.
- Jongman, Allard (1986) *Naturalness in Phonetics: A Study of Context-dependency*. Brown University, Ph. D.
- Kaye, A. S. (1970) *Contrast in Polish*. Brown University, Ph. D.
- Keating, Patricia Ann (1980) *A Phonetic Study of Voicing Contrast in Polish*. Brown University, Ph. D.
- Ladefoged, Peter (1962) *Elements of Acoustic Phonetics*. The University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Ladefoged, peter (1982) *A course in phonetics*. Second edition, Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. San Diego.
- Laradi, W. J. (1983) *Pharyngealization in Libyan (Tripoli) Arabic: An Instrumental Study*. Edinburgh, Ph. D.
- Lass, Norman J., ed, (1976) *Contemporary Issues in Experimental Phonetics*. Academic Press, Inc., New York.
- Lehiste, Ilse, ed (1967) *Readings in Acoustic Phonetics*. MIT press.

- Lieberman, Philip (1977) *Speech Physiology and Acoustic Phonetics: An Introduction*. Macmillan Publishing Co., Inc., New York.
- Lisker, Leigh; and Abramson, Arthur S. (1964) language Study of Voicing in Initial Stops: Acoustical 20, 384-442.
- Lyons, John (1977) Chomsky. Fontana Press.
- Mabrouk, F. A. (1981) A Linguistic Study of Gulf Phonology: An Articulatory and Acoustic Investigation of Contiguous Kuwaiti Stops and Vowels. Exeter, Ph. D.
- Mansour, O.M. (1989) Hierarchical Classification of Arabic phonemes, unpublished master thesis , Ain Shams University).
- May, Janet Grace (1980) The Perception of Egyptian Arabic Fricatives. The University of Connecticut, Ph. D.
- Muller, E. M.; and Brown, W. S. (1980) Supraglottal Air Pressure Waveform and Their Articulatory Interpretation. *Advances in Basic Research and Practice*, edited by N. Lass, (Academic, New York), Vol. 4.
- Nadwi, Abdulla Abbas (1968) A Study of the Arabic Dialects of the Belad Ghamid and Zahran Region of Saudi Arabia on the Bases of Original Field Recording and an Examination of the Relationship to the Neighboring Regions. University of Leeds, Ph. D.
- Nartey, J. N. Akpanglo, and Al- Arishi, A. Y. (1989) Introduction to phonology for non-native speakers of English, Sakumo Books, Tema, Ghana.
- Palmer, J. D. (1984) *Phonetics*. Penguin Books, Middlesex, England.
- Perkins, William H.; and Kent, Raymond D. (1986) *Textbook of Functional Anatomy of Speech: Language and Hearing*. Taylor & Francis, London.

- Pullum, Geogrey K.; and Ladusaw, William a. (1986) *Phonetic Symbol Guide*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Roach, P. J. (1986) *English Phonetics and Phonology: A Practical Course*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rothenberg, M. (1968) *The Breath system Dynamics of Simple-released-plosive Production*. Buchdruckerei National Zeitung A G, Basel, Switzerland.
- Sawashima, Masayuki; and Scooper, Franklin (ed) (1976) *Dynamic Aspects of Speech Production: Current Results: emerging Problem and new Instrumentation*. University of Tokyo Press.
- Semman, Khalil I. (1968) *Linguistics in the Middle Ages*, edited by E. J. Brill (Netherlands).
- Shaheen, K. S. K. A. G. (1979) *The Acoustic Analysis of Arabic Specch*. Wales, Bangor, Ph. D.
- Sitrak, S. J. (1981) *A phonological description of Modern Standard Arabic*. Andrews, M. Litt.